Zur Kenntnis der Absterbeerscheinungen an Ausläufern und Rhizomen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Georg August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Hans Blumenthal
aus Magdeburg.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Tübingen
Druck von H. Laupp jr
1917.

Als Dissertation angenommen
von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung.

Tag der mündlichen Prüfung: 15. November 1916.

Referent: Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Berthold.

Meinen lieben Eltern.

Einleitung.

Ueber die stofflichen Vorgänge in den absterbenden Teilen der Rhizome und Ausläufer liegen bisher Untersuchungen kaum vor. Nur in der Arbeit von Michel[1]) finden sich einige diesbezügliche Angaben. Dagegen sind die stofflichen Veränderungen in absterbenden Blättern wiederholt Gegenstand näherer Untersuchungen gewesen. So liegen besonders makrochemische Angaben von Ramann[2]), Tucker und Tollens[3]), Fruhwirth und Zielstorff[4]), sowie von Mohr[5]), Schulze und Schütz[6]) vor. Entsprechende mikrochemische Untersuchungen sind in älteren Arbeiten von Mohl[7]), Sachs[8]), Briosi[9]) und Wiesner[10]) niedergelegt. In neuerer Zeit haben sich vor allem Berthold[11]) und Schmidt[12]) mit entsprechenden mikrochemischen Untersuchungen befaßt. Aus der Arbeit von Schmidt, der besonders das Verhalten der Stärke, des Zuckers und der Gerbstoffe untersuchte, mögen an dieser Stelle einige Hauptergebnisse mitgeteilt werden:

Bei fast allen untersuchten Objekten wurde das Absterben eingeleitet durch eine auffallende Speicherung von Stärke im Blattmesophyll, die rasch ihr Maximum erreicht, um dann wieder ganz zurückzugehen. Reduzierende Substanzen sind vor dem Stärkemaximum meist nur in geringen Mengen vorhanden. Sie nehmen plötzlich stark zu, sobald das Stärkemaximum überschritten ist, erreichen ein Maximum und gehen dann auch wieder zurück. Das Verhalten der Gerbstoffe ähnelt dem der Stärke und des Zuckers, denn auch der Gerbstoffgehalt der Blätter zeigt im allgemeinen eine mehr oder

---

1) Michel, Zur Kenntnis der Jahresperiode unserer Stauden. Diss. Göttingen 1909.

2) Ramann, Botan. Ztg. 1898.

3) Tucker und Tollens, Journal für Landwirtschaft 1900, Bd. 48.

4) Fruhwirth und Zielstorff, Landwirtschaftl. Versuchsstationen 1901, Bd. 55.

5) Mohr, Landwirtschaftl. Versuchsstationen 1903, Bd. 59, Heft 3 und 4.

6) Schulze und Schütz, Versuchsstationen 1909, Bd. 71 und 1877, Bd. 24.

7) Mohl, Botan. Ztg. 1860.

8) Sachs, Flora 1863. Würzburger Arbeiten III. 1883.

9) Briosi, Botan. Ztg. 1873.

10) Wiesner, Berichte der Akad. zu Wien 64, 1. Abt. 1871.

11) Berthold, Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation. 1. Teil, 1898.

12) Schmidt, Beiträge zur Kenntnis der Vorgänge in absterbenden Blättern. Diss. Göttingen 1912.

minder starke Zunahme. Und zwar nimmt der Gerbstoff mit dem Beginn der Verfärbung der Blätter zu. Die Speicherung erfährt entweder eine allmähliche und gleichmäßige, oder eine plötzliche starke Zunahme. Das Maximum wird aber erst erheblich nach dem Stärkemaximum erreicht. Entweder bleibt dies Maximum bis zum Blattfall erhalten, oder es findet auch hier eine Abnahme statt.

Im Anschluß an diese Arbeit von Schmidt schien es von Interesse auch das Absterben der Rhizome und Ausläufer näher zu verfolgen. In der vorliegenden Arbeit ist nun die Aufgabe gestellt, die Zeit des Absterbens zu ermitteln und das Verhalten des Inhalts, vor allem der Stärke und des Gerbstoffes, kurz vor dem Absterben und während des Absterbens zu untersuchen. Auch die Bildung besonderer Abschlußgewebe und andere anatomische Besonderheiten wurden hierbei mitberücksichtigt.

Meine Untersuchungen wurden in den Sommern 1914—1916 und im Winter 1915/16 im Pflanzenphysiologischen Institut zu Göttingen ausgeführt. Das Material stammt zum größten Teile aus dem „System“ des Botanischen Gartens, nur Plantago major, Aegopodium Podagraria und Anemone nemorosa wurden den natürlichen Standorten in Feld und Wald der Göttinger Umgebung entnommen. Das gesammelte Material wurde sofort mit Kaliumbichromat injiziert. Nur gelegentlich wurden einzelne Objekte zur Nachprüfung der Ergebnisse frisch untersucht.

Einzeluntersuchungen.

Anemone nemorosa L.

Morphologie. Die horizontal wachsenden, sympodialen Rhizome liegen ziemlich oberflächlich und sind im allgemeinen unverzweigt. Sie haben 4—7 Jahrestriebe, die deutlich gegeneinander abgesetzt sind. Das untere Ende jedes Triebes ist angeschwollen, während sich am oberen die deckenden Schuppenblätter anhäufen. Am Ende jedes Jahres schließt das Rhizom mit einer Winterknospe ab, die im nächsten Frühjahr den oberirdischen Trieb entwickelt. Die Wurzeln entspringen seitlich am Rhizom und sind ziemlich spärlich. Die Farbe der Rhizome ist ein dunkles Schwarzbraun. Ihre Dicke schwankte zwischen 0,3—0,5 cm, ihre Länge zwischen 8 und 22 cm.

Anatomie. Der Rhizomquerschnitt zeigt unter der Lupe, daß Rinde und Mark ungefähr gleiche Ausdehnung haben. Die Größe der Zellen in Mark und Rinde ist gleich. Die Gefäßbündel sind ringförmig angeordnet. Ihre Zahl schwankte zwischen 6 und 12. Sie liegen ziemlich weit auseinander. Der oberflächliche Abschluß wird von einer Epidermis gebildet, deren periphere Membran verkorkt ist. Unter ihr liegt das ziemlich stark entwickelte Rindenparenchym, dessen Zellmembranen verhältnismäßig dünnwandig sind. Nur die ersten 2—3 peripheren Schichten zeigen schwache kollenchymatische Verdickung. Zerstreut kommen sklerenchymatisch verdickte Idioblasten vor, deren Wanddicke etwa 4 mal so stark ist, als die des übrigen Parenchyms. Sie haben im wesentlichen die Größe und Form des umgebenden Parenchyms und greifen meist mit kurzen Fortsätzen in das Grundgewebe ein. Sie zeigen normale Tüpfelung. In manchen Jahrestrieben fehlten diese Idioblasten. Eine Endodermis ist nicht vorhanden. Die Gefäßbündel sind kollateral. Der Gefäßteil ist stärker entwickelt als der Siebteil und umfaßt diesen seitlich etwas. Die Gefäße sind weitlumig und verholzt. Der nach außen liegende Siebteil enthält dünnwandige Siebröhren ohne Geleitzellen. Am Siebteil kommen vereinzelt kurze sklerenchymatische Fasern vor, wesentlich von der Form und Ausbildung der Idioblasten; sie sind nur etwas länger als diese. Die Markparenchymzellen sind wie die Rindenzellen dünnwandig. Auch im Mark finden sich zerstreut liegende Idioblasten, die in Form und Größe nicht von denen der Rinde abweichen.

Das organische Ende des Rhizoms ist meist etwas ausgebuchtet. Der Längsschnitt durch dasselbe zeigt bei mikroskopischer Betrachtung als Abschluß an der Peripherie tote zerfallene Zellen. Die erste lebende Gewebeschicht und meist auch die folgende zweite Schicht haben verkorkte Membranen, und wie die nächstfolgenden 2—3 Schichten starkes Eckenkollenchym, das

nach dem Innern hin allmählich abnimmt. Die 2. Zellschicht zeichnet sich meist durch Zellen aus, die etwas größer sind als die anderen Parenchymzellen und häufig tangentiale Teilungen aufweisen. Diese durch Teilung aus der 2. Zellschicht hervorgehende 3. Zellreihe ist unverkorkt und ziemlich zartwandig. Das Eckenkollenchym ist auch in dieser Schicht vorhanden.

Die Stärke ist ziemlich gleichmäßig über Rinde und Mark verteilt. Nur die Zellen an den Bündeln speichern stets mehr als das übrige Gewebe. Die peripheren Rindenzellen und die ersten Zellschichten am organischen Ende sind stärkefrei.

Der Kaliumbichromatniederschlag zeigt eine diffuse Verteilung und gelbbraune Färbung. Nur die peripheren Rindenschichten und die stärkefreien Zellen des organischen Endes sind etwas tiefer gebräunt.

20. 4. 14.

Die in Blüte stehende Pflanze besitzt ein kräftiges, 0,3 cm dickes und 9 cm langes Rhizom, das die Jahrestriebe 1911—14 zeigt.

Schnitt a, b: durch den ältesten Jahrestrieb.

a) Längsschnitt durch die Endpartie, 0,9 cm lang.

b) Querschnitt, der an a anschließt.

b) Makroskopisch. Stärke: Ist auf Zusatz von Jodjodkalium in dem peripheren Rindenparenchym nicht nachweisbar. Die übrigen Gewebemassen, mit Ausnahme der Bündel, zeigen eine ziemlich gleichmäßige schwarzblaue Färbung.

Gerbstoff: Der Schnitt weist einen relativ gleichmäßigen braunen Farbenton auf. Die Rinde ist etwas stärker gebräunt als das Mark. Die Epidermis ist tiefbraun. Die 7 Bündel zeigen dieselbe Färbung.

Lupenbild. Stärke: Die Färbung und Verteilung der Stärke läßt keine Unterschiede gegenüber der makroskopischen Betrachtung erkennen.

Gerbstoff: Die Epidermis ist tiefbraun gefärbt, 3—4 Schichten unter der Epidermis zeigen hellbraunen Niederschlag, darauf folgen hellere Rindenzellen. Die die Bündel einschließenden Zellen sind etwas stärker gebräunt als die übrige Rinde, das Mark ist wie die Rinde gefärbt.

Mikroskopisch. Stärke: Ist in der Rinde, mit Ausnahme der 3 peripheren stärkefreien Schichten, gleichmäßig verteilt. Die Zellen enthalten relativ viel grobkörnige Stärke. Das Mark speichert etwas mehr als die Rinde, bes. an den Bündeln.

Gerbstoff: In den erwähnten 3 peripheren Schichten der Rinde ist der Niederschlag intensiv braun bis dunkelbraun gefärbt, sonst sind die Rinden- und Markparenchymzellen mit gleichmäßig verteiltem hellbraunem Niederschlag erfüllt. Die an den Bündeln liegenden Parenchymzellen sind braun gefärbt, desgl. das Parenchym des Gefäßteiles. Der Siebteil ist farblos und gerbstoffrei.

a) Makroskopisch. Stärke: Sie zeigt im wesentlichen dieselbe Verteilung wie im Querschnitt. Der ganze Schnitt färbt sich mit Ausnahme einiger Zellschichten am organischen Ende und der Zellen unter der Epidermis auf Jodzusatz schwarzblau.

Gerbstoff: Das Rhizom ist am organischen Ende etwas eingebuchtet. Auf einer Seite steht die Rinde etwas über. Die Zellen der Endpartie sind tiefbraun, fast schwarzbraun gefärbt, ebenso die peripheren Rindenzellen. Unter dem Ende folgt eine Zone, die sich durch hellere Färbung auszeichnet. Sonst gleicht die Färbung und Verteilung des Niederschlages der des Querschnittes.

Lupenbild. Stärke: Ist am organischen Ende in der erwähnten helleren Zone nicht nachzuweisen, ebenso nicht in der peripheren Rinde. Das Mark speichert fast maximal, während die Rinde relativ wenig enthält.

Gerbstoff: Wesentlich wie makroskopisch. An der Endpartie sind die Bündel ziemlich dunkelbraun gefärbt, nach dem Innern zu werden sie heller.

Mikroskopisch. Stärke: Kommt in den ersten 3—5 Zellschichten unter dem Ende und in 2—3 peripheren Schichten der Rinde nicht vor. Nach dem Innern nimmt die Stärkemenge allmählich zu. Die Körner sind zunächst klein und liegen wandständig. In den Schichten nach dem Innern hin werden sie größer und zahlreicher. Immer enthält die Rinde bedeutend weniger als das Mark.

Gerbstoff: Am organischen Ende liegt unter braunen zerstörten Gewebemassen eine tote Zellschicht, die tief rotbraunen Niederschlag enthält. Sie zeigt kollenchymatische Verdickung und ist verkorkt, wie durch Behandlung mit Schwefelsäure festgestellt wurde. Unter dieser Grenzschicht liegen 2 Zellschichten, die ein typisches Eckenkollenchym haben, das bes. an den Interzellularen entwickelt ist. Nach dem Innern nimmt diese Verdickung schnell ab. Die 2. der erwähnten Zellschichten ist ziemlich großzellig. Einige dieser Zellen weisen Teilungen parallel zur Oberfläche auf. Eine typische Phellogenschicht ist aber nicht entwickelt. Alle Zellen, mit Ausnahme der rotbraunen Schicht, zeigen gleichmäßig verteilten Niederschlag von hellbrauner Farbe. Die peripheren Zellen unter der Epidermis enthalten auch traubige Konkretionen von Gerbstoffniederschlag. Die die Bündel umgebenden Parenchymzellen weisen in etwa 3 Schichten braunen Niederschlag auf, desgl. einige im Mark zerstreut liegende Zellen. Dieses enthält neben hellbraunem, gleichmäßigem Niederschlag auch dunklere körnige Ausscheidungen. Die Bündelzone ist am organischen Ende tiefbraun bis rotbraun gefärbt. Nach dem jüngeren Teile zu verliert sich diese dunkle Färbung.

Zusammenfassung. Stärke ist in Mark und Rinde relativ viel gespeichert, und zwar enthält das Mark bedeutend mehr als die Rinde. Die peripheren Rindenschichten und mehrere Zellschichten am organischen Ende sind stärkefrei. Die hellbraunen Niederschlagsmassen sind ziemlich gleichmäßig über Rinde und Mark verteilt. Nur die peripheren Rindenschichten, sowie die Zellen an der Endfläche und an den Bündeln sind bedeutend dunkler. Auch vereinzelte Markzellen führen dunkleren Niederschlag. Die Bündel sind am organischen Ende dunkelbraun gefärbt. Nach dem Innern nimmt die Färbung ab und beschränkt sich auf das Gefäßparenchym. Der Siebteil ist farblos.

25. 5. 14. **I. Objekt.**

Aeußerst kräftiges Rhizom von 22,5 cm Länge und 0,4 cm Dicke, mit den Jahrestrieben 1909—14. Am organischen Ende ist das Rhizom etwas ausgehöhlt. Die Pflanze war verblüht.

Schnitt a, b.

a) Längsschnitt von 0,8 cm Länge durch das organische Ende.

b) Querschnitt, an a anschließend.

Beide Schnitte sind dem ältesten Jahrestriebe entnommen.

b) Makroskopisch. Stärke: Liegt besonders an den Bündeln. Auf Jodzusatz färbt sich der ganze Schnitt schwarzblau, bes. an den Bündeln. Es ist etwas weniger Stärke als im Objekt vom 20. 4. 14 vorhanden.

Gerbstoff: Die Verteilung des Niederschlages ist gleichmäßiger als im Objekt vom 20. 4. 14. Die Bündel sind etwas geringer gefärbt.

Lupenbild. Stärke: Die periphere Rinde enthält wenig, ein Maximum liegt an den Bündeln.

Gerbstoff: Die 3 peripheren Schichten unter der Epidermis sind heller gefärbt als am 20. 4. 14. Die Parenchymzellen, die die Bündel umgeben, sind hellbraun.

Mikroskopisch. Stärke: Wie makroskopisch. Die Zahl der Stärkekörner ist geringer als im Aprilobjekt.

Gerbstoff: Es sind keine wesentlichen Unterschiede gegenüber dem Objekt vom 20. 4. 14 in bezug auf den Niederschlag festzustellen. Die Verteilung ist nur etwas gleichmäßiger, die Färbung allgemein etwas heller.

a) Makroskopisch. Stärke: Die Stärke ist z. T. resorbiert worden. Sowohl Rinde wie Mark zeigen bis 0,5 cm vom organischen Ende entfernt wenig Stärke. Dann nimmt sie wieder zu. Die Färbung des ganzen Schnittes auf Jodzusatz entspricht der des Querschnittes.

Gerbstoff: Der Niederschlag ist etwas heller als im Aprilobjekt.

Lupenbild. Stärke: Sie zeigt dieselbe Verteilung wie makroskopisch.

Gerbstoff: Der Niederschlag ist gleichmäßig hellgelbbraun, nur am organischen Ende etwas tiefer, ebenso in den ersten Zellschichten unter der Epidermis.

Mikroskopisch. Stärke: Im ältesten Teile des Schnittes liegt am organischen Ende in einer Breite von etwa 0,5 cm sehr wenig Stärke. Sonst enthält das Mark weit mehr Stärkekörnchen als die Rinde, deren periphere Schichten stärkefrei sind.

Gerbstoff: Die Verteilung des Niederschlages entspricht der des Aprilobjektes, nur ist im Objekt vom 25. 5. 14 eine kleine allgemeine Aufhellung eingetreten.

Zusammenfassung. Der älteste Jahrestrieb zeigt am organischen Ende in einer etwa 5 mm breiten Zone eine vollständige Lösung der Stärke. Sonst gleicht die Verteilung im allgemeinen der des Aprilobjektes. Der Niederschlag ist etwas heller als im April, zeigt aber im wesentlichen die gleiche Verteilung. Nur die Zellen an den Bündeln sind bedeutend heller als am 20. 4. 14.

II. Objekt.

Das Rhizom ist sehr kräftig und besteht aus den Jahrestrieben 1909—14. Es ist 15 cm lang und 0,3 cm dick. Das Ende ist in etwa 3 cm Länge abgestorben, wie schon äußerlich durch Schrumpfung und Abfallen desselben festgestellt werden konnte. Der oberirdische Trieb ist gleichfalls im Absterben begriffen.

Die ältesten Jahrestriebe wurden in Schnittserien a—f zerlegt, die aneinander anschließen und eine Gesamtlänge von 7 cm haben. a—f: 1,2—1—1—1,2—1,3—1,3 cm.

a) Makroskopisch. Stärke: Das neue organische Ende enthält keine Stärke. Erst 0,5 cm vom Ende entfernt ist Stärke nachweisbar, bes. am Bündel. Die Färbung des Schnittes auf Jodzusatz entspricht im stärkehaltigen Gewebe der der anderen Objekte.

Gerbstoff: Am organischen Ende sind vom abgestorbenen Teile noch größere Gewebemassen erhalten. Der Schnitt enthält wenig hellgelbbraunen Niederschlag am Ende. Etwa 0,5 cm vom Ende entfernt nimmt er dann plötzlich die Färbung und Verteilung wie im Objekt I vom 25. 5. 14 an.

b) Makroskopisch. Enthält etwas weniger Niederschlag als a, dagegen viel Stärke in Rinde und Mark.

c) wie b. Das Mark speichert ziemlich viel Stärke. Etwas weniger die Rinde. d—f: wie b.

a—f) Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) Stärke: Die Stärkeablagerung beginnt etwa 0,5 cm hinter der Trennungszone. Sie ist zunächst nur in vereinzelten Zellen besonders am Bündel nachweisbar. Die Körnchen sind ziemlich klein.

Gerbstoff: Am organischen Ende liegen noch in einer Ausdehnung von etwa 1,5 mm tote Zellen, die bei der Konservierung nicht abgefallen sind. Sie enthalten teilweise noch Niederschlag, der bes. in die Membranen infiltriert ist. Im allgemeinen sind diese toten Zellen aber farblos. Zwischen ihnen und dem lebenden Rhizomteil liegt die Trennungszone, die durch 1—2 Zelllagen gebildet wird, die braunen diffusen Niederschlag enthalten. Die Membranen dieser Zellen sind verkorkt. Unter ihnen folgen Zellen in mehreren Schichten — etwa 1 mm nach innen — die hell und gerbstoffrei sind. Hierauf zeigen vereinzelte Zellen hellgelblichen Niederschlag, der bes. in der Rinde dann in etwa 5—6 Zellschichten enthalten ist. Die übrigen Zellen sind ganz frei von Gerbstoffniederschlag. Erst mit dem Auftreten der Stärke nimmt dieser zu. Das Mark ist etwas heller gefärbt, als die Rinde.

b) Stärke: Die Stärkekörner haben etwa die doppelte Größe als die des Schnittes a. Die Rinde enthält wenig Stärke, das Mark viel.

Gerbstoff: Der Niederschlag ist gleichmäßiger verteilt und diffus wie im unteren Ende von a.

c) wie b; ebenso d—f.

Zusammenfassung. Etwa 3 cm des ältesten Triebes sind abgestorben und nur noch z. T. erhalten. Dieser abgestorbene Teil wird von dem noch lebenden durch eine Trennungszone getrennt. Stärke ist im abgestorbenen Teile nicht mehr vorhanden, desgl. nicht in einer 5 mm breiten Zone hinter

der neuen Trennungsfläche. Sonst gleicht die Speicherung der des Aprilobjektes. Die toten Zellen des abgestorbenen Teiles sind meist farblos, nur vereinzelte dieser Zellen enthalten noch hellbraunen Niederschlag. Die Zellmembranen zeigen häufig Infiltrationen. Hinter der Trennungszone, deren Zellen mit braunem Niederschlag erfüllt sind, folgt eine etwa 1 mm breite gerbstoffreie Zone. Sonst enthalten nur vereinzelte Zellen hellbraunen Niederschlag, während die anderen gerbstoffrei und farblos sind. Erst etwa 0,5 cm von der Trennungszone entfernt zeigt das Rhizom dieselbe Verteilung und Färbung der Niederschlagsmassen wie im Aprilobjekt.

2. 7. 14.

Das Rhizom ist mittelkräftig und hat eine Länge von 9 cm, eine Dicke von 0,3 cm. Es setzt sich aus den Jahrestrieben 1909—14 zusammen. Etwa 1 cm des abgestorbenen Teiles fiel bei der Konservierung ab. Nur das Ende des Rhizoms wurde untersucht und in 3 Längsschnittserien a—c zerlegt, deren Gesamtlänge 2 cm beträgt. Der oberirdische Trieb ist bereits abgestorben. a—c: 0,5—0,9—0,6 cm.

Makroskopisch, a) Stärke: Ist nur im Mark nach dem jüngeren Teile zu in wenigen Zellen abgelagert. Nur ein kleiner Gewebekomplex des Markes färbt sich auf Jodzusatz schwarzblau.

Gerbstoff: Rinde und Mark, ebenso die Bündel sind bedeutend dunkler gefärbt als in sämtlichen anderen Objekten.

b) Stärke: Ist im absterbenden Teile nicht vorhanden. Nach dem am Leben bleibenden Teile zu ist zuerst wenig, danach wieder mehr Stärke gespeichert. Doch ist die Anhäufung relativ gering, im Mark immer mehr als in der Rinde. Die Färbung des Schnittes durch Jod ist in den stärkehaltigen Geweben die übliche.

Gerbstoff: Die Ausfällung des Gerbstoffes im absterbenden Teile ist differenziert. Einige Zellen führen Niederschlag, andere sind farblos. In den am Leben bleibenden Teilen ist die Ausfällung gleichmäßig hellbraun.

c) Der Niederschlag und die Stärkeablagerung entsprechen der des jüngeren Teiles des Schnittes b.

Lupenbild, a) Der Niederschlag und die Stärkeablagerung zeigen wesentlich dieselben Verhältnisse wie bei makroskopischer Betrachtung.

b) Stärke: Wie makroskopisch.

Gerbstoff: Das Gewebe der Rinde und des Markes ist ziemlich hell gefärbt, nur in der peripheren Rinde und an den Bündeln ist es gelbbraun bis hellbraun. Auch die Schichten vor dem stärkehaltigen Gewebe zeigen gelbbraune Färbung.

c) Wesentlich wie bei b.

Mikroskopisch, a. Stärke: Nach dem jüngeren Teile zu ist in einigen Zellen noch Stärke in winzigen Körnchen zu erkennen; andere Zellen sind noch dicht gefüllt.

Gerbstoff: Die Zellmembranen lassen Infiltrationen erkennen. Die Zellen sind z. T. gerbstoffrei, z. T. enthalten sie körnigen oder homogenen gelbbraunen Niederschlag. Die Bündel sind dunkelbraun und enthalten Gerbstofftröpfchen.

b) Stärke: In dem am Leben bleibenden Teile zeigen die Zellen zunächst wenig Stärke in winzigen Körnchen. Nach innen zu nimmt sie an Zahl und Größe der Körner zu. Der absterbende Teil ist stärkefrei.

Gerbstoff: Unter der Epidermis liegen etwa 5—7 Zellschichten mit gelbbraunem Niederschlag, ebenso an den Bündeln. Sonst sind nur vereinzelte Zellen mit Niederschlag erfüllt. Den Uebergang zu dem am Leben bleibenden Teile bilden etwa 4—5 Schichten von Zellen mit gelbbrauner Ausfällung im Mark; in der Rinde sind es 9 Schichten. Diese Schichten bilden sich gerade zur trennenden Zone um. Die Ausfällung im am Leben bleibenden Teile ist wie die der anderen Objekte.

c) Die Gerbstoffausfällung gleicht der im jüngeren Teile des Schnittes b, ebenso die Verteilung der Stärke. Es ist bedeutend weniger Stärke vorhanden als in den Objekten vom 25. 5. 14.

Zusammenfassung. Die Stärke ist im absterbenden Teile fast vollständig gelöst. Nur in vereinzelten Zellen ist noch relativ viel gespeichert. Im lebendig bleibenden Teile nimmt die Stärkemenge hinter den sich zur Trennungszone umwandelnden Zellen allmählich zu. Doch ist die Ablagerung bedeutend geringer als in den Objekten vom 25. 4. 14. Im Mark ist bedeutend mehr abgelagert als in der Rinde. Der Niederschlag ist im absterbenden Teile differenziert. Die peripheren Rindenschichten sind mit gelbbraunem Niederschlag versehen, ebenso das die Bündel umgebende Parenchym. Sonst enthalten nur vereinzelte Zellen der Rinde und des Markes körnigen oder homogenen Niederschlag. In den am Leben bleibenden Teilen gleicht die Färbung und Verteilung der Niederschlagsmassen derjenigen der Maiobjekte. An der Grenze des absterbenden und am Leben bleibenden Teiles sind mehrere Zellschichten des Markes und der Rinde ziemlich intensiv gebräunt. Diese Zellen wandeln sich zum neuen Abschlußgewebe um.

13. 7. 14. **I. Objekt.**

Das mittelkräftige Rhizom hat eine Länge von 8 cm und eine Dicke von 0,3 cm. Es zeigt die Jahrestriebe 1910—14. Nur das organische Ende wurde untersucht. Längsschnitt von 1 cm Länge durch das organische Ende.

Makroskopisch. Stärke: Die ersten Schichten hinter der trennenden Zone sind stärkefrei. Danach ist mittelviel Stärke bes. im Mark abgelagert. Der Schnitt färbt sich auf Jodzusatz mit Ausnahme der peripheren Schichten schwarzblau.

Gerbstoff: Ein Teil der absterbenden Rhizompartie ist verschwunden. Das Rhizom hat bereits eine neue trennende Zone angelegt, die sich quer als ein brauner Strang durch das Rhizom erstreckt. Die Zellen des abgestorbenen Rhizomstückes vor der Zone sind farblos. Der lebende Teil zeigt denselben Niederschlag wie in den Objekten vom 25. 5. 14.

Lupenbild. Stärke: Wie makroskopisch.

Gerbstoff: Die ersten Schichten unter der Trennungszone sind von gelbbrauner Farbe.

Mikroskopisch. Stärke: Wie makroskopisch.

Gerbstoff: Die absterbenden Zellen sind meist geschrumpft. Geringe körnige Gerbstoffmassen liegen teilweise noch in ihnen. Im lebenden

Teile liegen unter der Grenzzone stärkefreie, mit diffusem gelbbraunen Niederschlag versehene Zellen in etwa 5 Schichten. Nach innen zu stuft sich die Färbung ab, so daß nur noch ein schwacher gelblicher Schein zu erkennen ist. Die Bündel zeigen am organischen Ende nur eine schwache Färbung, die nach dem Innern hin abnimmt.

Zusammenfassung. Der älteste Trieb ist zum größten Teile schon zerfallen. Nur wenige Zellschichten sind unter dem neuen Abschlußgewebe noch erhalten. Im lebendigen Teile entspricht die Verteilung und Färbung der Niederschlagsmassen, sowie die der Stärke, im wesentlichen derjenigen der Maiobjekte.

II. Objekt.

Das 20 cm lange, äußerst kräftige Rhizom von 0,3 cm Dicke weist die Jahreszuwachsstrecken 1909—14 auf. Nur das organische Ende wurde in einer Länge von 2,7 cm in 3 Schnittserien untersucht. a—c: 1—0,9—0,8 cm. Die Endpartie des Rhizoms ist gerade im Absterben begriffen.

Makroskopisch, a) S t ä r k e: Ist nicht mehr vorhanden.

G e r b s t o f f: Der Niederschlag ist differenziert. Die Rinde ist relativ gleichmäßig gefärbt. Das Mark ist hell, nur wenige Zellen zeigen Niederschlag wie im Objekt vom 2. 7. 14.

b. S t ä r k e: Ist im jüngeren Teile sehr wenig vorhanden. Der Schnitt färbt sich auf Jodjodkaliumzusatz nur an vereinzelten Stellen schwarzblau.

G e r b s t o f f: Der Niederschlag ist zunächst wie im Schnitte a verteilt. Im jüngeren Teile nimmt er die Färbung und Verteilung wie in den Objekten vom 25. 5. 14 an.

c) S t ä r k e: Ist etwas mehr gespeichert und in Rinde und Mark gleichmäßiger verteilt als in b.

G e r b s t o f f: Der Niederschlag zeigt die Verteilung und Färbung wie im jüngeren Teile des Schnittes b.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) S t ä r k e: Ist nicht nachweisbar.

G e r b s t o f f: Die Gerbstoffausfällung am organischen Ende zeigt keine wesentlichen Unterschiede gegenüber dem Objekt I vom 13. 7. 14. An den Bündeln ist die Färbung der Zellen etwas dunkler. In der Mitte des Schnittes liegen helle ungefärbte Zellen.

b) S t ä r k e: Etwa $^2/_3$ des Schnittes sind stärkefrei. Der übrige Teil enthält sehr wenig Stärke.

G e r b s t o f f: Nur einige Zellen unter der Epidermis und am Bündel enthalten gelbbraunen Niederschlag. Sonst sind die Zellen meist gerbstoffrei. Erst mit dem Auftreten der Stärke tritt wieder gleichmäßige Färbung ein. Die Bündel sind braun bis gelbbraun gefärbt.

c) Die Verhältnisse liegen wie im jüngeren Teile des Schnittes b.

Zusammenfassung. Der absterbende Teil zeigt im wesentlichen dieselben Verhältnisse wie im Objekt vom 2. 7. 14. Die Stärke ist vollständig resorbiert.

III. Objekt.

Das kräftige Rhizom ist 10 cm lang und 0,5 cm dick. Es hat die Jahrestriebe 1909—14. Etwa 1 cm des abgestorbenen Teiles ist bei der Konservie-

rung abgefallen. Nur der Längsschnitt durch die Endpartie von einer Länge von 1,1 cm wurde untersucht.

Makroskopisch. Stärke: Liegt nur in geringen Mengen zwischen 2 Trennungszonen, die etwa 3 mm weit voneinander entfernt sind. Im am Leben bleibenden Rhizomteile sind 2 mm unter der 2. Zone stärkefrei. Darauf nimmt die Anhäufung der Stärke langsam zu. Auf Jodzusatz färben sich nur einzelne Stellen zwischen den beiden Trennungszonen, während im jüngeren Teile bes. die Markpartien schwarzblaue Farbe zeigen.

Gerbstoff: Etwa 1,5 cm sind abgestorben. 2 Trennungszonen sind angelegt, die etwa 3 mm weit auseinander liegen. Die Gewebemassen vor der äußeren Trennungszone sind von schmutzig brauner Farbe, die zwischen den beiden Zonen farblos oder schmutzig braun. Die Trennungszone ist grünlich gefärbt. Im am Leben bleibenden Rhizomstück sind die Zellen gleichmäßig gelblichbraun wie in den Objekten vom 25. 5. 14.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch. Stärke: Kommt in geringer Menge in den toten geschrumpften Zellen vor der 1. Trennungszone vor. Zwischen den beiden Zonen liegt gleichfalls sehr wenig Stärke. Erst in der 10.—11. Schicht unter der 2. Zone kommt etwas Stärke vor, die dann nach dem Innern allmählich zunimmt.

Gerbstoff: Vor der äußeren Trennungszone sind die peripheren Zellen und die Epidermis tief rotbraun gefärbt. An den Bündeln kommen körnige, braune Niederschlagsmassen vor. Die Zellen sind schon etwas geschrumpft, enthalten aber doch noch etwas Stärke. Die 1. Trennungszone zeigt eine tiefbraune, fast schwarze Färbung und wölbt sich in das Mark etwas vor. Die Zellen zwischen den beiden Zonen sind relativ hell. Sie sind tot und enthalten neben homogenem auch körnigen braunen Niederschlag. Die 2. Trennungszone ist gleichfalls gewölbt und trifft die Epidermis in spitzem Winkel. Etwa 7—10 Zellagen unter ihr sind schwach braun gefärbt. Die Bündel sind im abgestorbenen Teile tief gebräunt. Im lebenden Teil nimmt ihre Färbung bald einen gelblichen Ton an.

Zusammenfassung. Der älteste Trieb ist zum größten Teile abgestorben und wird von dem am Leben bleibenden Rhizom durch 2 Trennungszonen, die etwa 3 mm weit auseinanderliegen, abgeschlossen. Die toten Gewebepartien sind meist gerbstoff- und stärkefrei. Nur vereinzelt kommen in ihnen noch braune Niederschlagsmassen und geringe Stärkemengen vor. Der lebendige Teil zeigt dieselben Verhältnisse wie das Objekt vom 25. 5. 14.

Zusammenfassung.

Die horizontalen, flach im Boden liegenden Rhizome setzen sich in den untersuchten Objekten aus 4—7 Jahrestrieben zusammen, von denen im Laufe des Sommers der jeweilig älteste Trieb abstirbt. Das Absterben des Rhizoms erfolgt fast gleichzeitig mit dem Absterben des oberirdischen Triebes, und zwar in der Zeit von Ende Mai bis zum Juli.

In dem fast kreisrunden Rhizom zeigen das Mark und die Rinde ungefähr den gleichen Durchmesser. Die 6—12 Bündel sind ringförmig im Querschnitt angeordnet und haben kollateralen Bau. In dem relativ großzelligen

Parenchym der Rinde und des Markes liegen zerstreut stark sklerenchymatisch verdickte Idioblasten, die in manchen Jahrestrieben nicht festgestellt werden konnten. An den Bündeln kommen vor den Siebteilen vereinzelte sklerenchymatische Fasern vor, die wesentlich dieselbe Ausbildung wie die Idioblasten aufweisen, nur etwas länger gestreckt sind als diese.

Der Abschluß des Rhizoms am organischen Ende wird durch 1—2 Zellschichten gebildet, deren Membranen verkorkt sind. Die 2. Schicht zeichnet sich meist durch etwas größere Zellen aus, die in der Regel parallel zur Oberfläche Teilungen aufweisen. Die durch Teilung aus der 2. Schicht hervorgehende 3. Zellreihe und die nächsten 2—3 Schichten sind unverkorkt, zeigen aber ein typisches Eckenkollenchym. Ein typisches Phellogen gelangt am organischen Ende nicht zur Ausbildung.

In den untersuchten älteren Jahrestrieben wurde Stärke in Rinde und Mark in ziemlich reichlicher Menge gespeichert, und zwar enthält das Mark stets mehr als die Rinde. Besonders die Zellschichten an den Bündeln zeigen eine maximale Stärkeablagerung. Die peripheren Rindenschichten und die ersten beiden Zellschichten am organischen Ende sind stärkefrei.

Der durch Injektion mit Kaliumbichromat ausgefällte Gerbstoffniederschlag ist meist gleichmäßig über Rinde und Mark verteilt und zeigt einen gelbbraunen Farbenton. Die ersten beiden Zellschichten der Rinde unter der Epidermis, sowie die Zellen an den Bündeln und am organischen Ende sind meist etwas tiefer gebräunt.

Das Absterben des ältesten Jahrestriebes wird durch Veränderung der Inhaltsmassen eingeleitet. Es tritt frühzeitig eine allmähliche Abwanderung derselben ein.

Bereits gegen Ende April beginnen mit der Entfaltung des oberirdischen Triebes die peripheren Zellen am organischen Ende sich von Stärke zu entleeren. Im Maiobjekt ist die Entleerung weiter fortgeschritten. Die Zahl und Größe der Stärkekörner ist geringer als im Aprilobjekt. Im Juli ist im absterbenden Rhizomteile keine Stärke mehr vorhanden, oder doch nur noch in ganz vereinzelten Zellen. Meist geht die Abwanderung so weit, daß selbst im lebenden Rhizomteile unter der neuen Trennungszone, die im Juli angelegt wird, mehrere Schichten stärkefrei sind. Nach erfolgter Verkorkung der Trennungsschichten füllen sich diese Gewebekomplexe wieder mit Stärke. Nur die beiden peripheren trennenden Zellschichten bleiben stärkefrei.

Parallel zur Abwanderung der Stärke vollzieht sich die des Gerbstoffes. Schon im Mai sind die Niederschlagsmassen geringer. Anfang Juli ist eine deutliche Differenzierung eingetreten. Neben hellen, farblosen Zellen kommen hell- bis gelbbraune Zellen mit homogenem Niederschlag vor, die sich bes. vor dem am Leben bleibenden Teile häufen. Aus ihren äußersten Schichten geht die trennende Zone hervor, die nachträglich verkorkt. Bei der Abwanderung des Gerbstoffes zeigen die Bündel eine dunkelbraune Farbe. Ein Teil des Gerbstoffes wird nicht resorbiert, sondern infiltriert in die Membranen und geht so der Pflanze verloren. Der am Leben bleibende Teil der älteren Jahrgänge zeigt keinen wesentlichen Unterschied in der Gerbstoffausfällung während des Absterbens.

Bei einer Anzahl von Objekten wurde beobachtet, daß zwei Trennungszonen angelegt werden, die nur wenige mm weit auseinanderliegen. Die zwischen ihnen liegenden Gewebemassen zeigen eine viel weitgehendere Entleerung von Stärke und von Gerbstoff als die übrigen absterbenden Partien.

Primula elatior Jacquin.

Morphologie. Die Rhizome sind schräg gestellt und meist unverzweigt. Sie haben eine Länge von etwa 4—5 cm und eine Dicke von 0,3—0,7 cm. Meist bestehen sie aus 4—5 Jahrestrieben, die an den Narben der abgestorbenen Blattrosetten kenntlich sind und eine dünnere Uebergangsstelle aufweisen. Die Rhizome zeigen reiche Bewurzelung und starke Schuppenblätter, die dachziegelartig übereinander greifen.

Anatomie. Die Rinde macht ungefähr $^2/_3$ des Achsenquerschnittes aus. Sie wird außen von einer Epidermis begrenzt, deren periphere Membranen verkorkt sind. Häufig wird die Epidermis abgestoßen. Die folgende Rindenschicht verkorkt dann und übernimmt den Abschluß. Die Rindenparenchymzellen sind stark kollenchymatisch verdickt und getüpfelt und meist in tangentialer Richtung gestreckt. Der Zentralzylinder wird von einer zartwandigen Endodermis umschlossen. Ein Gefäßbündelring, der in sich geschlossen ist und nur durch die Seitenwurzeln unterbrochen wird, schließt das Mark ein. Der Bündelring enthält ein Kambium, das nur ein geringes Dickenwachstum von Holz und Bast erzeugt. Die Gefäße liegen radial hintereinander. Zur Ausbildung ausgeprägter Markstrahlen kommt es nicht. Die Markparenchymzellen sind bedeutend stärker kollenchymatisch verdickt und reicher getüpfelt als die Rindenzellen. Beide nehmen bei Chlorzinkjodzusatz eine typische Blaufärbung an. Im Markparenchym liegen an den Austrittstellen der Beiwurzeln größere oder kleinere Komplexe stark sklerenchymatisch verdickter Steinzellen.

Den Abschluß des Rhizoms am organischen Ende übernehmen Rinden- und Markparenchymzellen, die in einer oder mehreren Schichten verholzt und verkorkt sind. Ein Phellogen wird nicht ausgebildet. Die beiden äußersten Schichten zeigen ein typisches Eckenkollenchym, das auch in den folgenden 6—8 Schichten ausgebildet wird, dann aber allmählich verschwindet.

Stärke ist in ziemlich reichlicher Menge abgelagert und wird bes. im Rindenparenchym gespeichert. Das Mark enthält stets weniger als die Rinde. Die äußeren Rindenschichten enthalten nur geringe Mengen. Die verkorkten Schichten der Trennungszone sind immer stärkefrei.

Der Kaliumbichromatniederschlag ist ziemlich intensiv gebräunt. Die Verteilung ist differenziert. Etwa $^1/_3$ der Rinden- und Markparenchymzellen führen homogenen braunen Niederschlag, desgl. das Bündelparenchym. Die übrigen Zellen sind gerbstoffrei und farblos.

3. 3. 15.

Das kräftige Rhizom hat eine Länge von 3,5 cm und eine Dicke von 0,5 cm. Es besteht aus den Zuwachsstrecken 1911—1915. Die terminale Blattrosette zeigt etwa 4 cm lange frische Blättchen, die teilweise noch eingerollt sind.

Schnitt a, b. a) 0,6 cm langer Längsschnitt durch das organische Ende. b) Querschnitt, der an a anschließt.

Makroskopisch, b) Stärke: Ist nur in der Rinde gespeichert, und zwar liegt wenig in den peripheren Zellen, viel am Bündelring. Auf Jodzusatz färbt sich der Schnitt an den stärkehaltigen Stellen dunkelviolett.

Gerbstoff: Der Niederschlag erscheint in Rinde und Mark punktförmig verteilt. Er ist von brauner Farbe. Der Bündelring ist hellbraun.

a) Stärke: Wie in b.

Gerbstoff: Die Endpartie zeigt an der Peripherie dunkelbraune bis schwarzbraune Färbung, bes. im Zentralzylinder. Sonst ist die Farbe und Verteilung des Niederschlages wie in b.

Lupenbild, b) Stärke: Wie makroskopisch.

Gerbstoff: In der äußersten Rinde liegt sehr viel Niederschlag von dunkelbrauner Farbe. Etwa ⅓ aller Zellen in Rinde und Mark enthalten braunen Gerbstoffniederschlag.

a) Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, b) Stärke: Wesentlich wie makroskopisch.

Gerbstoff: Die Epidermis ist abgestoßen. Zwei Zellreihen der peripheren Rinde zeigen schwarzbraune Färbung. Etwa ⅓ der Rindenzellen enthalten homogene braune Klumpen. Die übrigen Zellen sind farblos. Das Mark zeigt dieselbe Anordnung und Färbung des Niederschlages. Ein Teil des Bündelparenchyms führt braunen Niederschlag.

a) Der Abschluß am organischen Ende wird in der Rinde durch eine Schicht verkorkter und verholzter Zellen, im Mark hingegen von etwa 7—8 Schichten gebildet. Teilungen treten nicht auf.

Stärke: Findet sich nur in der Rinde. Sie nimmt von innen nach außen stetig ab. Im älteren Rhizomteile liegt in den peripheren Rindenzellen keine Stärke, im jüngeren wenig.

Gerbstoff: Die oben erwähnten 7—8 Schichten enthalten dunkelbraunen Niederschlag oder Luft. Während am organischen Ende meist alle Zellen Gerbstoff führen, sind im übrigen Mark und in der Rinde etwa ⅓ der Zellen mit homogenen braunen Klumpen versehen. Einige Zellen zeigen auch körnige Ausfällung. Die Steinzellen im Mark sind meist farblos, bisweilen haben sie braunen Niederschlag im Lumen. Das Bündelparenchym ist braun gefärbt.

Die Verdickung der Rinden- und Markzellen ist normal.

Zusammenfassung. Der älteste Trieb enthält im Mark keine Stärke mehr. Die Rinde speichert noch relativ viel, und zwar bes. am Bündelring. Die Stärkemenge nimmt von innen nach außen allmählich ab. Der Gerbstoffniederschlag ist ziemlich gleichmäßig in Rinde und Mark verteilt und differenziert. Etwa ⅓ der Zellen enthalten homogene braune Gerbstoffklumpen. Die anderen Zellen sind vollkommen gerbstoffrei und farblos. Auch das Bündelparenchym führt braunen Niederschlag. Am organischen Ende enthalten etwa 7—8 Schichten dunkelbraunen Niederschlag oder Luft.

20. 4. 14.

Das Rhizom ist mittelkräftig, von 3,3 cm Länge und 0,5 cm Dicke. Es zeigt die Zuwachsstrecken 1910—1914. Die Pflanze steht in Blüte.

Schnitt a, b: a) 1 cm langer Längsschnitt durch die Endpartie. b) an a anschließender Querschnitt.

Makroskopisch, b) Stärke: Ist in geringen Mengen vorhanden. Auf Jodzusatz erscheint der Schnitt in violetter bis dunkelvioletter Farbe.

Gerbstoff: Die Zahl der gerbstoffführenden Zellen ist geringer als im Märzobjekt.

a) Stärke: Nimmt bei der Jodreaktion violette bis dunkelviolette Farbe an und ist im älteren Teile nur wenig am Bündel gespeichert. Erst etwa 4 mm vom organischen Ende entfernt nimmt die Stärkemenge zu, und zwar bes. am Bündel. Im Mark ist im jüngeren Teile gleichfalls etwas Stärke vorhanden.

Gerbstoff: Im älteren Rhizomteile haben weniger Zellen in Rinde und Mark Niederschlag als im Märzobjekt. Nach dem jüngeren Teile nimmt die Häufigkeit der gerbstoffhaltigen Zellen zu.

Lupenbild, b) Stärke: Wie makroskopisch.

Gerbstoff: Etwa $^1/_4$ der Rinden- und Markzellen enthalten braunen Niederschlag. Unter der Epidermis sind bedeutend mehr Zellen gerbstoffhaltig.

a) Stärke: Wie makroskopisch.

Gerbstoff: Im älteren Teile haben etwa $^1/_6$ aller Rindenzellen Niederschlag, im Mark sind es mehr. Etwa 4 mm vom organischen Ende entfernt häufen sich dann die gebräunten Zellen bes. im Mark. Auch im Bündel ist hier eine Zunahme gerbstoffhaltiger Zellen zu verzeichnen.

Mikroskopisch, b) Zeigt keine wesentlichen Unterschiede dem Lupenbilde gegenüber.

a) Die Bündelzone ragt etwas über Mark und Rinde hinaus. Der Niederschlag und die Stärke zeigen im Vergleich zum Lupenbilde keine Veränderung. Das organische Ende ähnelt dem vom Märzobjekt. Die Verdickung der Zellen der Rinde und des Markes ist dieselbe.

Zusammenfassung. Die Entleerung der Stärke aus dem absterbenden Teil ist weiter fortgeschritten als im Märzobjekt. In einer Zone von etwa 4 mm Breite hinter der Endfläche liegen nur noch geringe Stärkemengen in der inneren Rinde. Danach nimmt die Menge im Mark und in der Rinde zu, bes. in der inneren Rinde. Gegenüber dem Märzobjekt ist festzustellen, daß die Zahl der gerbstoffhaltigen Stellen im absterbenden Teile geringer ist. Es sind nur etwa $^1/_6$ aller Zellen mit Niederschlag erfüllt. Nach dem Innern nimmt ihre Zahl zu, sodaß etwa $^1/_4$ der Zellen Niederschlag enthalten.

14. 5. 14.

Das 3,5 cm lange und 0,5 cm dicke Rhizom ist sehr kräftig und besitzt die Jahrestriebe 1910—14. Die Pflanze ist bereits verblüht. Nur der 1,7 cm lange Längsschnitt durch das organische Ende wurde untersucht.

Makroskopisch. Stärke: Der ältere Rhizomteil zeigt in einer Länge von 0,5 cm keine Stärke mehr. Dann erst ist am Bündel etwas Stärke gelegen. Die Menge nimmt dann in der peripheren und zentralen Rinde zu, sodaß schließlich ein Maximum vorhanden ist.

Gerbstoff: Die Verteilung der Niederschlagsmassen ist wie die des Objektes vom 20. 4. 14, doch zeigt das Mark im älteren Rhizomstück verwaschene Partien.

Lupenbild. Stärke: Wie makroskopisch.

Gerbstoff: Das Mark zeigt am organischen Ende, bes. zentralwärts, verwaschene Zellen. Daneben liegen auch noch Zellen mit homogenen braunen Klumpen. Im jüngeren Teile findet sich dann in etwa ⅓ aller Zellen Niederschlag von brauner Farbe.

Mikroskopisch. Stärke: Wesentlich wie makroskopisch.

Gerbstoff: Das Mark steht etwa 1 mm weit über und ist tot. Die verwaschenen Zellen kommen relativ häufig vor. Sie lassen sich etwa 0,5 cm weit in das Innere verfolgen. Die Membranen der Zellen lassen Infiltrationen erkennen. Neben diesen verwaschenen, gelblich-braunen Zellpartien kommen noch lebende, gerbstoffhaltige Zellen vor, die teils körnige Ausscheidungen, teils homogene Klumpen aufweisen. Die Zellen mit körnigen Ausscheidungen zeigen meist eine schmutzig-braune Farbe. Im jüngeren Teile ist die Ausfällung und Färbung des Gerbstoffniederschlages wie die der anderen Objekte.

Die Zellmembranen dieses Objektes sind bedeutend geringer kollenchymatisch verdickt als in den Objekten von März und April. In den verwaschenen Partien hat die Dicke der Membranen erheblich abgenommen, so daß wohl ein Teil vor dem Absterben gelöst worden ist.

Zusammenfassung. Im älteren Teile der Endpartie ist die Stärke vollständig gelöst worden. Erst 0,5 cm vom Ende entfernt liegt etwas Stärke in der inneren Rinde. Dann nimmt sie nach dem jüngeren Teil zu und erreicht an dem Bündelring in der Rinde ein Maximum. Das Mark speichert bedeutend weniger.

Neben Zellen mit homogenen braunen Klumpen kommen einige mit körnigem Niederschlag vor. Die Verteilung entspricht der des Märzobjektes. Im Mark sind bereits Verwaschungen größerer Gewebekomplexe eingetreten. Im jüngeren Teil gleicht die Färbung und Verteilung der des Märzobjektes. Auffällig ist die bedeutend geringere kollenchymatische Verdickung der Zellen. Diese hat bes. in den verwaschenen Partien erheblich abgenommen.

1. 6. 15.

Das kräftige Rhizom von 3,7 cm Länge und 0,4 cm Dicke besteht aus den Jahrestrieben 1910—15. Schnitt a, b. a) 0,7 cm langer Längsschnitt durch das organische Ende. b) an a anschließender Querschnitt.

Makroskopisch. b) Stärke: Es ist bedeutend weniger Stärke gespeichert als im Objekt vom 14. 5. 14, die auf Jodzusatz dunkelviolette Farbe annimmt.

Gerbstoff: Die Zahl der gerbstoffführenden Zellen ist geringer als in den anderen Objekten, bes. in der Rinde.

a) Stärke: Ist nicht mehr nachweisbar.

Gerbstoff: Die Rinde ist ziemlich weit verwaschen; auf der einen Seite etwa 0,5 cm, auf der anderen 0,2 cm weit. Das Mark hingegen zeigt noch keine verwaschenen Partien.

Lupenbild, b) Stärke: Wie makroskopisch.

Gerbstoff: Die periphere Rinde zeigt Anhäufung des Niederschlages. Die mittlere Rinde ist ziemlich gerbstoffrei. Das Mark enthält relativ viel Niederschlag.

a) Stärke: Ist in der Rinde in sehr geringer Menge nur am Bündel abgelagert.

Gerbstoff: Wesentlich wie makroskopisch. Das Mark führt in der peripheren Schicht dunkel- bis schwarzbraunen Niederschlag. Die folgenden Schichten sind verwaschen. Dann folgt der typische Niederschlag.

Mikroskopisch, b) Der Niederschlag und die Stärke zeigen keine Unterschiede dem Lupenbilde gegenüber. In einigen Rinden- und Markzellen liegen zerstreut kleine oktaederförmige Oxalatkristalle.

a) Stärke: Wie bei der Lupenbetrachtung.

Gerbstoff: Die verwaschenen Komplexe der Rinde zeigen dieselbe Färbung der Zellen, nur daß hier die ganze absterbende Rinde verwaschen ist, während das Mark nur in den äußersten 4 Schichten unter der verkorkten peripheren Schicht Verwaschungen aufweist.

In der absterbenden Rinde sind bereits einige Zellen tot, andere leben noch. Die Verdickung der Zellen in den verwaschenen Partien entspricht derjenigen des Objektes vom 14. 5. 14.

Zusammenfassung. Im absterbenden Teile gleicht die Ablagerung der Stärke der des Objektes vom 14. 5. 14. Im lebendig bleibenden Teile ist etwas weniger Stärke vorhanden als im Maiobjekt. Die Verteilung des Niederschlages zeigt gegenüber dem Maiobjekt keinen Unterschied. Das Mark ist noch lebendig, während in der Rinde einige tote, verwaschene Gewebepartien liegen. Die kollenchymatische Zellverdickung ist in diesen Komplexen z. T. verschwunden.

21. 6. 15.

Sehr kräftiges Rhizom von 4 cm Länge, 0,3 cm Dicke, mit den Jahrestrieben 1910—15. Schnitt a, b. a) 1 cm langer Längsschnitt durch die Endpartie. b) Querschnitt, der an a anschließt.

Makroskopisch, b) Stärke: Die Rinde färbt sich auf Jodjodkaliumzusatz dunkelviolett. Sie ist dicht angefüllt mit Stärke. Die Speicherung ist hier maximal. Im Mark liegt verhältnismäßig wenig Stärke.

Gerbstoff: Die Färbung und Verteilung des Niederschlages ist ähnlich derjenigen der anderen Objekte.

a) Stärke: Ist im verwaschenen Teile noch in vereinzelten Zellen vorhanden. In der Rinde des lebenden Teiles ist sie maximal gespeichert, im Mark liegt bedeutend weniger. Die Färbung auf Jodzusatz gleicht der des Querschnittes.

Gerbstoff: Etwa 4 mm der Rinde sind am organischen Ende zerklüftet und verwaschen. Das Mark ist gleichfalls verwaschen. Im am Leben bleibenden Teile ist die Ausfällung wie die der Mai- und Juniobjekte.

Lupenbild, b, a) Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, b) Wie makroskopisch.

a) Stärke: Wie makroskopisch.

Gerbstoff: Die verwaschenen Partien der Rinde und des Markes

sind meist tot, bes. in der Rinde. Die Bündel sind noch lebendig und zeigen braunen Niederschlag. Der am Leben bleibende Teil läßt noch keine scharfe Trennung vom absterbenden erkennen. In diesem sind die verdickten Membranen teilweise verschwunden.

Zusammenfassung. Im abgestorbenen Teile ist nur noch in einigen toten Zellen Stärke nachweisbar. Der am Leben bleibende Teil zeigt in der Rinde eine maximale Stärkespeicherung, während das Mark relativ wenig enthält. Der Niederschlag ist zum größten Teile verschwunden. Nur hin und wieder sind einige lebende gerbstoffhaltige Zellen zwischen den verwaschenen Partien der Rinde und des Markes festzustellen. Die Bündel sind noch lebendig und enthalten braunen Niederschlag. Der lebendig bleibende Teil zeigt dieselbe Verteilung des Niederschlages wie die anderen Objekte. Auch hier sind die Zellverdickungen in den verwaschenen Gewebekomplexen meist nicht mehr festzustellen.

26. 6. 14.

Das Rhizom hat eine Länge von 3,6 cm und eine Dicke von 0,7 cm. Es besteht aus den Jahrestrieben 1910—14. Im vorletzten Jahrestrieb verzweigt sich das Rhizom. Nur die Endpartie wurde in einer Länge von 0,7 cm untersucht.

Makroskopisch. Stärke: Liegt im Mark des lebenden Teiles wenig, viel in der inneren, wenig in der peripheren Rinde. An einer Stelle liegen in der abgestorbenen Partie der Rinde noch einige stärkehaltige Zellen.

Gerbstoff: 3 mm des organischen Endes sind in Rinde und Mark verwaschen. Im lebenden Teile sind keine unterschiedlichen Färbungen den anderen Objekten gegenüber festzustellen, nur die Bündel zeigen eine tiefere Bräunung.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch. Stärke: Die Verteilung der Stärke entspricht der bei der Lupenbetrachtung.

Gerbstoff: Die Zellen des abgestorbenen Teiles sind fast alle tot und haben meist ihre Wandverdickungen verloren. Sie zeigen wesentlich dieselbe Färbung wie in den anderen Juniobjekten. Vor dem stärkehaltigen lebenden Teile des Rhizoms liegen verwaschene Zellen, deren Membranen verkorkt sind. An der Grenze des lebenden und toten Teiles weisen die Parenchymzellen der Rinde und des Markes dunkelbraunen, meist körnigen Niederschlag auf.

Zusammenfassung. Gegenüber dem Objekt vom 21. 6. 14 sind keine großen Unterschiede zu erkennen.

Zusammenfassung.

Die schräg gestellten Rhizome bestehen meist aus 4—5 Jahreszuwachsstrecken, die reich bewurzelt und an den Narben der abgestorbenen Blattrosetten kenntlich sind. Die Schuppenblätter sind ziemlich kräftig entwickelt und greifen dachziegelförmig übereinander.

Der Rhizomquerschnitt läßt eine stark entwickelte Rinde erkennen, die etwa $^2/_3$ des Querschnittes ausmacht. Im normalen Zustande wird sie

von einer Epidermis abgeschlossen, die aber häufig abstirbt. Dann übernehmen die nächsten Schichten des Rindenparenchyms, die verkorken, den oberflächlichen Abschluß. Die Rindenzellen sind stark kollenchymatisch verdickt und getüpfelt. Der von einer zartwandigen Endodermis umschlossene Zentralzylinder zeigt einen geschlossenen Bündelring, der nur an den Stellen, wo die Wurzeln austreten, unterbrochen wird. Die ringförmige kambiale Zone erzeugt ein nur geringes Dickenwachstum. Das Mark ist bedeutend stärker kollenchymatisch verdickt und reicher getüpfelt als die Rinde. An den Wurzelaustrittsstellen liegen im Markparenchym Komplexe stark sklerenchymatisch verdickter Steinzellen.

Das organische Ende zeigt als Abschluß verkorkte und verholzte Parenchymzellen der Rinde und des Markes in einer oder mehreren Schichten. Ein Phellogen gelangt nicht zur Ausbildung. Dagegen zeigen die Zellen der Endpartie in etwa 10 Schichten ein relativ schwaches Eckenkollenchym, welches von außen nach innen abnimmt.

Stärke wird bes. in der Rinde gespeichert. Das Mark enthält immer weniger als die Rinde. Die verkorkten Schichten der Trennungszone enthalten niemals Stärke. Sonst ist die Ablagerung nur unmittelbar am Bündelring eine maximale, während die peripheren Zellschichten der Rinde stets weniger speichern.

Der beim Konservieren mit Kaliumbichromat niedergeschlagene Gerbstoff ist auf ganz bestimmte Zellen beschränkt. Im normalen Zustande sind die gerbstoffführenden Zellen über Rinde und Mark gleichmäßig verteilt. Meist enthalten etwa ⅓ aller Zellen braunen Niederschlag, doch variieren diese Verhältnisse in den einzelnen Objekten etwas. Auch das Bündelparenchym weist diese Bräunung auf.

Das Absterben des jeweilig ältesten Jahrestriebes erfolgt im Juni. Mitte Juni zeigen fast alle Rhizome eine neue trennende Zone. Die Zellen dieser Zone verkorken und verholzen und übernehmen beim Abfall der abgestorbenen Partie den äußeren Abschluß. Teilungen treten an der neugebildeten Endfläche niemals auf.

Bereits im April zeigt der absterbende Teil eine Veränderung der Inhaltsmassen. Die Stärke wird schon gelöst. Im Mai sind nur noch geringe Mengen in der inneren Rinde nachweisbar. Immer erfolgt die Abwanderung der Stärke im Mark, das weniger speichert als die Rinde, zuerst. Im Juni ist eine fast vollständige Entleerung eingetreten. Nur in vereinzelten Zellen des abgestorbenen Teiles hat sie sich erhalten. Eine Abtrennung größerer lebendiger Gewebekomplexe im toten Teile durch die Trennungszone, wie diese Michel[1]) erwähnt, konnte nicht festgestellt werden. Der am Leben bleibende Teil zeigt während des Absterbens des ältesten Triebes eine Zunahme der Stärke, bes. in der Rinde. Nach Michel soll bis zum Oktober hin die Stärke ständig zunehmen und dann maximal gespeichert sein.

Die Niederschlagsmassen bleiben bis zum April im wesentlichen unverändert. Mitte Mai treten verwaschene Partien auf, die sich immer tiefer in das Rhizom erstrecken. Der Gerbstoff diffundiert aus den Zellen heraus.

1) Michel, Diss. Göttingen 1909. S. 9.

Die starken kollenchymatischen Verdickungen des Parenchyms nehmen mit dem Auftreten dieser verwaschenen Gewebekomplexe an Dicke ab, sie sind weniger glänzend und erscheinen etwas verquollen. Ende Juni sind meist alle Zellen des absterbenden Teiles tot, im am Leben bleibenden Teile zeigen die Niederschlagsmassen keine wesentlichen Veränderungen. Die Zellen der trennenden Zone enthalten entweder dunkelbraunen Niederschlag oder auch Luft.

Valeriana Phu L.

Morphologie. Die an der Erdoberfläche kriechenden Rhizome bestehen aus mehreren Jahrestrieben, deren Zahl sich schwer bestimmen läßt, da die Länge und Dicke der Zuwachsstrecken und ihrer Internodien sehr verschieden ist. Der einzelne Trieb setzt sich aus mehreren Internodien zusammen, deren Länge je nach der mehr oder minder kräftigen Ausbildung der Zuwachsstrecke variiert. Meist sind die mittleren Internodien ziemlich lang, während die der Endpartie relativ kurz sind. Bei geringer Länge der Zuwachsstrecke verwischen sich diese Unterschiede, so daß die Grenze der einzelnen Triebe nicht mehr mit Sicherheit zu ermitteln ist. Die Rhizome sind rundlich und entsenden aus ihrer Unterseite ziemlich kräftige Wurzeln. Der jüngste Trieb treibt terminal eine Blattrosette, bzw. den blühenden Stengel. Häufig entspringen seitlich am Rhizom kleine neue Rhizome, die durch Absterben ihrer Ansatzstelle selbständig werden. Die untersuchten Rhizome hatten eine Länge von 14 bis 22 cm und eine Dicke von 0,8—1,2 cm. Sie sind meist hellbraun gefärbt.

Anatomie. In dem Querschnitt durch den jüngsten Trieb nimmt der Zentralzylinder etwa ⅔ der Gesamtdicke ein. Die primäre Rinde ist wenig mächtig und wird von einem starken Periderm von etwa 10—20 Schichten umschlossen, das stark lichtbrechende Tröpfchen enthält. Das Rindenparenchym ist schwach kollenchymatisch verdickt. Nach dem Zentralzylinder zu schließt die Rinde mit einer einschichtigen Endodermis ab, die relativ kleinzellig und wenig prägnant ist. Sie ist zartwandig und zeigt eine schwache Verkorkung. Unter ihr folgen dann, ringförmig angeordnet, etwa 10—20 kollaterale Bündel, die mehr oder weniger weit getrennt sind durch primäre Markstrahlen. Das verhältnismäßig schmale faszikulare Kambium erzeugt nach innen ein ziemlich mächtiges Xylem, in welchem die Gefäße in radialen Reihen angeordnet sind und von verdicktem und verholztem Parenchym umgeben werden. Das Primärholz ist wenig entwickelt und nicht so stark verholzt wie das Sekundärholz. Auch das nach außen erzeugte Phloem zeigt radiale Anordnung und Siebröhren mit Geleitzellen und Siebparenchym. Vor dem Siebteil sind Fasersicheln im allgemeinen nicht entwickelt. Nur hin und wieder werden vereinzelte Fasern ausgebildet. Zwischen einzelnen benachbarten Bündeln liegt hin und wieder ein interfaszikulares Kambium. Der zentrale Raum des Zentralzylinders wird von einem mächtigen Mark erfüllt, das etwas großzelliger ist als die Rinde. An den Bündeln ist das Mark kleinzelliger. Es zeigt ungefähr dieselbe Verdickung wie die Rinde und ist nicht verholzt; ebenso auch nicht die Markstrahlen.

In den älteren Trieben erfahren Gefäß- und Siebteil durch fortgesetzte Tätigkeit der kambialen Zone eine beträchtliche Zunahme, und zwar sind meist die Sieb- und Gefäßteile der Rhizomunterseite bedeutend mächtiger als diejenigen der Oberseite, doch verhalten sich die einzelnen Rhizome in dieser Hinsicht recht verschieden. Der Gefäßteil streckt sich in radialer Richtung, wodurch das Mark an Mächtigkeit verliert. Vor einigen Gefäßteilen konnte in einzelnen Rhizomen ein inneres Kambium, das nach innen zartwandiges Gewebe erzeugt, festgestellt werden. Auch das interfaszikulare Kambium, soweit dies überhaupt entwickelt wird, tritt in Tätigkeit. Die primären Markstrahlen werden prägnanter. Ihre Zellen werden straffer und verdicken sich etwas. Sie zeigen aber keine Verholzungsreaktion. Auch die peripheren Zellen des Markparenchyms sind etwas stärker verdickt als das übrige Parenchym. Das Mark weist dann in manchen Trieben in den peripheren Schichten große Lücken auf, die durch Zerreißen größerer Gewebekomplexe entstanden sind. Die Zellen, die diese Lücken einfassen, zeigen z. T. unregelmäßige Teilungen.

Den Abschluß des Rhizoms am organischen Ende bildet ein typischer Wundkork, der die Mächtigkeit des oberflächlichen Periderms erreicht. Die äußeren 6—10 Schichten des Wundkorkes setzen sich aus toten Zellen zusammen, von denen die innersten lufthaltig sind. Auf diese Korkzellen folgt ein mehrschichtiges Phellogen. Die Zellen der Rinde und des Markes, die unter dem Wundkork liegen, zeigen ein schwaches Eckenkollenchym und etwas unregelmäßige Anordnung. Unter dem Kork haben sich in geringer Tiefe Leitbündel gebildet, die weit verzweigt sind und mit dem normalen Bündelring in Verbindung stehen. Ihr Gefäßteil ist gut entwickelt und besteht aus kurzen, breiten Gefäßen, die reich getüpfelt sind. Das unregelmäßige Markparenchym führt ziemlich große Interzellularen. Die Verdickung der Markparenchymzellen nimmt nach dem Innern zu schnell ab. Die Zellen sind dann in Reihen angeordnet.

Stärke wird in großer Menge in der Rinde, im Mark und im Siebteil gespeichert. Sie ist im typischen Falle relativ gleichmäßig verteilt; doch ist meist unterseits in Rinde und Mark, bes. in der Nähe der Bündel, mehr Stärke vorhanden als oberseits. Die Intensität der Speicherung ändert sich im Laufe der Entwicklung, auf die bei den Einzeluntersuchungen näher hingewiesen wird.

Der bei Behandlung mit Kaliumbichromat erhaltene Niederschlag ist diffus verteilt und von brauner Farbe. In der Regel ist unterseits die Bräunung des Rhizoms stärker als oberseits. Die Rinde ist meist etwas tiefer gefärbt als das Mark, und zwar sind die äußeren und die innersten Schichten der Rinde ebenso intensiv gefärbt wie das äußere Markparenchym, die primären Markstrahlen und das Parenchym des Siebteiles. Diese letztgenannten Gewebe sind stets tiefer gebräunt als das übrige Gewebe. Oberseits ist die Färbung des Siebparenchyms bedeutend heller. Häufig ist es fast farblos. Die Färbungsverhältnisse sind jedoch in den einzelnen Trieben recht verschieden.

1. 3. 16. **I. Objekt.**

Das kräftige Rhizom hat eine Länge von 18,5 cm und eine Dicke von 1 cm. Es besteht aus den Zuwachsstrecken 1910—15 [1]). Der letzte Jahrestrieb hat eine kleine Blattrosette entwickelt, deren Blättchen eine Länge von etwa 6 cm haben.

Schnitt a) 2,3 cm langer Längsschnitt durch das organische Ende. b) Querschnitt, der an a anschließt und aus dem Trieb 1912 stammt. c—e) Querschnitte, die den Mitten der Jahrestriebe 1913, bzw. 1914 und 1915 entnommen wurden.

Makroskopisch, e) Stärke: Ist auch auf Jodzusatz nicht nachzuweisen.

Gerbstoff: Das Mark ist ziemlich gleichmäßig hellbraun gefärbt, nur die peripheren Schichten und die Markstrahlen sind etwas dunkler, bes. unterseits im Rhizom. Die Rinde zeigt oberseits im wesentlichen dieselbe Färbung wie das Mark. Unterseits nimmt die Bräunung beträchtlich zu.

d) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Rinde und Mark sind etwas dunkler als in e, sonst entspricht die Verteilung der Niederschlagsmassen der von Schnitt e.

c) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Rinde und Mark sind ziemlich hellgelblich gefärbt, die Rinde unterseits etwas gelblich-braun. Auch das periphere Mark und die Markstrahlen zeigen gegenüber e und d eine Aufhellung.

b) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Die Färbung des Schnittes gleicht der von e, nur ist das Mark etwas heller.

a) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Das Ende zeigt eine hellbraune Farbe. Im Mark ist der Niederschlag hellbraun und ziemlich gleichmäßig verteilt. Die Rinde weist im wesentlichen dieselbe Färbung auf. Nur an den Schuppen ist sie dunkelbraun. Die Bündelzone ist ziemlich farblos. Nur an den Blattspuren setzt eine geringe dunkelbraune Färbung ein.

Lupenbild, e) Stärke: Kommt nur vereinzelt in wenigen Zellen des peripheren Markes und der Markstrahlen vor.

Gerbstoff: Das Mark zeigt braunen Niederschlag, der in den peripheren Zellen eine rotbraune Färbung annimmt. Auch die primären Markstrahlen zeigen diese Farbe. Die Rinde ist nur wenig heller.

d) Wie e.

c) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Wesentlich wie makroskopisch. Vor den Gefäßteilen liegen nach dem Mark zu hellere Gewebekomplexe von hellbrauner Farbe, die von dunkleren Zellen umschlossen sind.

b, a) Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, e) Stärke: Liegt nur in vereinzelten Zellen des peri-

1) Die Jahrestriebe konnten hier und in den folgenden Objekten aus den oben erwähnten Gründen nicht immer mit Sicherheit bestimmt werden. Deshalb ist die Angabe der Daten mit Vorsicht aufzunehmen.

pheren Markes, der Markstrahlen und der inneren Rinde. Diese Zellen sind dicht mit großkörniger Stärke gefüllt.

Gerbstoff: Das Markparenchym enthält relativ gleichmäßig verteilten gelbbraunen Niederschlag, der nur in mehreren Schichten an den Bündeln und in den Markstrahlen in eine dunkelbraune Färbung übergeht. Die Rinde der Unterseite ist bedeutend tiefer gebräunt als das Mark, und zwar sind die äußersten und innersten Schichten dunkelbraun; die mittleren Schichten sind etwas heller. Die Rinde der Oberseite enthält ziemlich gleichmäßigen gelbbraunen Niederschlag. Die Endodermis ist rötlichbraun. Der Holzteil ist im allgemeinen farblos, ebenso die kambiale Zone. Die parenchymatischen Zellen des Siebteiles führen unterseits hellbraunen Niederschlag; oberseits sind sie fast farblos.

d) Stärke: Ist nur in einigen Zellen des Markes und der Rinde gespeichert. Im Mark liegt sie bes. unterseits, doch ist die Speicherung im allgemeinen gering.

Gerbstoff: Das Mark ist etwas tiefer gebräunt als in e. Einzelne Zellen führen dunkelbraune körnige Niederschlagsmassen. Die peripheren Markzellen und die Markstrahlen sind tief dunkelbraun gefärbt, bes. unterseits. Auch die Rinde zeigt eine tiefere Bräunung als in e. Der Gefäßteil führt keinen Niederschlag; dagegen ist das Siebparenchym etwas dunkler als in e. Sonst liegen die Verhältnisse wie in e.

c) Stärke: Kommt in verschwindend geringer Menge im Mark vor.

Gerbstoff: Sämtliche Gewebe sind bedeutend heller gefärbt als in d und e. Das Mark ist schwach gelblich gefärbt, die Rinde gelbbraun. Am intensivsten gebräunt sind die Parenchymzellen des peripheren Markes, der Markstrahlen und des Siebteiles. Oberseits ist das Siebparenchym relativ hellbraun.

b) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Es ist eine bedeutend intensivere Färbung der einzelnen Gewebe zu konstatieren als in c. Die Färbung des Niederschlages erreicht aber nicht die Intensität des Schnittes d. Das Mark führt gleichmäßig verteilten gelbbraunen Niederschlag, der in den peripheren Schichten eine braune Färbung annimmt. Auch die Markstrahlen zeigen diese Farbe, desgl. das Siebparenchym, mit Ausnahme desjenigen der Oberseite, das fast farblos ist. Die Rinde ist etwas heller als die Markstrahlen.

a) Stärke: Kommt nur in vereinzelten Markzellen in wenigen Körnchen vor. Diese Zellen liegen meist in der Höhe der Blattspuren.

Gerbstoff: Die meristematischen Phellogenschichten der Endfläche enthalten homogenen, hellbraunen Niederschlag. Das Mark ist nur wenig dunkler. Vereinzelte Zellen des Markparenchyms sind vollkommen farblos. Sonst ist die Färbung und Verteilung des Niederschlages im allgemeinen wie in d.

Zusammenfassung. Im ganzen Rhizom wird nur wenig Stärke gespeichert. Der jüngste Trieb enthält am meisten, die in einigen Zellen der Rinde und des Markes dicht abgelagert ist. Etwas weniger enthält der nächstjüngste Trieb. Die älteren Triebe enthalten nur geringe Spuren.

Der Niederschlag mit $K_2Cr_2O_7$ ist im ganzen Verlaufe des Rhizoms re-

lativ gleichmäßig verteilt und gefärbt. Am intensivsten gebräunt sind die jüngsten Triebe. Die mittlere Zuwachsstrecke ist ziemlich hell gefärbt, während in den älteren Trieben die Färbung wieder etwas zunimmt; doch erreicht sie nicht die Intensität der jüngsten Zuwachsstrecken. In allen Schnitten ist ein deutlicher Unterschied in der Färbung der Ober- und Unterseite wahrzunehmen. Besonders auffällig ist dann die Färbung der Rinde und des Siebparenchyms, sowie der Markstrahlen. Unterseits ist stets die Bräunung intensiver. Das Siebparenchym der Oberseite ist häufig fast farblos.

II. Objekt.

Ein 2., etwa 24,5 cm langes Rhizom vom 1. 3. 16 wurde als Vergleichsobjekt gewählt. Es wurde in eine Anzahl Querschnitte zerlegt, die an verschiedenen Stellen entnommen und nur auf Gerbstoff untersucht wurden. Schnitt a—e. a) 2,5 cm; b) 9 cm; bc) 12 cm; c) 16 cm; cd) 19 cm; d) 20,5 cm; de) 23 cm; e) 23,5 cm vom organischen Ende entfernt. bc, cd und de wurden denjenigen Stellen entnommen, an denen sich die Internodien häuften und das Rhizom eine größere Dicke besaß.

Makroskopisch, e) Das Mark ist gleichmäßig braun, die Rinde nur wenig heller gefärbt. Die Markstrahlen und das periphere Mark sind etwas dunkler. Zwischen Ober- und Unterseite ist kein Unterschied wahrzunehmen.

de) Die Rinde ist dunkler als in e, ebenso die Markstrahlen. Unterseits ist die Färbung bedeutend dunkler als oberseits.

d) Mark und Rinde sind bedeutend heller als in e und de. Sie sind hellbraun. Die Markstrahlen und das periphere Mark sind braun gefärbt. Unterseits und oberseits ist die Färbung gleich.

cd) Mark und Rinde sind dunkler als in d, bes. unterseits. Das periphere Mark hebt sich ganz deutlich gegen das übrige Gewebe durch dunklere Bräunung ab.

c) Mark und Rinde zeigen fast dieselbe Färbung wie in d; nur unterseits ist die Farbe der Rinde und der Markstrahlen ziemlich dunkelbraun.

bc) Wesentlich wie c.

b) Das Mark und die Oberseite der Rinde sind hell gelblich-braun. Unterseits ist die Färbung bedeutend tiefer, auch die der hellbraunen Markstrahlen und des peripheren Markes.

a) Rinde und Mark sind nur ganz schwach gelblich-braun gefärbt. Das periphere Mark und die Markstrahlen sind etwas dunkler, ebenso die Rinde der Unterseite.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, e) Das Mark ist ziemlich gleichmäßig mit schwach braunem, homogenem Niederschlag versehen. Bisweilen liegt auch brauner körniger Niederschlag in den Zellen. Das periphere Mark führt braunen Niederschlag, desgl. die Markstrahlen und das Siebparenchym. Die Rinde ist im allgemeinen ebenso dunkel wie das Mark. Die äußeren Rindenschichten sind meist bedeutend dunkler. Die Endodermis ist dunkelbraun. Oberseits ist das Siebparenchym sehr hellbraun. Der Gefäßteil enthält keinen Niederschlag.

de) Die Rinde und die Markstrahlen der Unterseite sind braun bis dunkelbraun gefärbt; sonst liegen die Verhältnisse wie in e.

d) Der ganze Schnitt ist etwas heller als in e und de. Das Mark und die Rinde sind ziemlich gleichmäßig hellbraun, die Markstrahlen und das periphere Mark sind etwas dunkler. Der Siebteil ist allgemein sehr hell gelblichbraun. Körniger Niederschlag ist nicht mehr festzustellen.

cd) Mark und Rinde sind etwas dunkler als in d. Die Markstrahlen sind unterseits dunkelbraun, ebenso das periphere Mark. Das Siebparenchym ist nur auf der Unterseite ziemlich dunkelbraun, sonst ist es hell gelblichbraun. Der Gefäßteil ist farblos.

c) Der Niederschlag ist etwas heller als in cd, sonst ist die Verteilung wie in cd.

bc) Wesentlich wie c.

b) Rinde und Mark sind nur schwach gelblich-braun gefärbt. Das periphere Mark ist etwas dunkler, ebenso die Markstrahlen. Bes. unterseits tritt eine ziemlich intensive Bräunung auf. Auch die Rinde ist unterseits etwas dunkler, bes. in den äußeren Schichten. Das Siebparenchym ist schwach gelblich-braun auf der Oberseite, braun bis hellbraun auf der Unterseite.

a) Das Mark und die Rinde der Oberseite, sowie das Siebparenchym sind sehr hell gelblich-braun. Das periphere Mark und die Markstrahlen sind nur wenig dunkler. Unterseits nimmt die Intensität der Färbung etwas zu.

Zusammenfassung. Im Vergleich zum Objekt I ist festzustellen, daß der Niederschlag in den jüngeren Partien etwas intensiver ist. Doch kommen kleine Abweichungen vor. Die Schnitte, die aus den Enden der Triebe stammen, sind meist etwas dunkler als die aus der Mitte. So ist z. B. der Schnitt d bedeutend heller gefärbt als die Schnitte aus den nächsten Partien, sowohl die nach vorn, als auch die nach hinten gelegenen. Nach den älteren Teilen zu nimmt der Niederschlag allmählich eine hellere Färbung an. Er ist im Schnitt durch den ältesten Trieb am hellsten. Immer konnte festgestellt werden, mit Ausnahme des Schnittes d, daß die Intensität der Färbung oberseits bedeutend geringer ist als unterseits.

28. 4. 14.

Das mittelkräftige Rhizom besteht aus den Zuwachsstrecken 1910—14 und hat eine Länge von 15 cm und eine Dicke von 1 cm. Die Blattrosette ist sehr kräftig entwickelt. Schnitt a—c. a) 1,3 cm langer Längsschnitt durch die Endpartie. b) Querschnitt, der an a anschließt; c) 0,7 cm langer Längsschnitt an b anschließend. d) Querschnitt durch die Mitte des Zuwachses 1913. e) 1,2 cm langer Längsschnitt aus dem Trieb 1914 — ohne Vegetationspunkt.

Makroskopisch, e) Stärke: Ist relativ viel gespeichert im Mark der Unterseite des Rhizoms, wo sich der Schnitt auf Zusatz von Jodjodkalium schwarzblau färbt. Oberseits liegt etwas weniger.

Gerbstoff: Das Mark ist ziemlich farblos. Nur an den Bündeln ist ein hellbrauner Farbenton erkennbar. Die Rinde führt gelbbraunen Niederschlag, der bes. deutlich an den Spuren sichtbar ist.

d) Stärke: Ist etwas weniger vorhanden als in e. Unterseits liegt hier auch mehr als oberseits.

Gerbstoff: Es ist eine bedeutende Zunahme der Färbung zu verzeichnen. Das Mark führt hellbraunen, die Rinde hellbraunen bis braunen und die Markstrahlen, sowie der Siebteil braunen Niederschlag.

c) Stärke: Kommt bes. unterseits im peripheren Mark und in der inneren Rinde vor, doch ist die Anhäufung geringer als in e und d.

Gerbstoff: Mark und Rinde sind sehr hellbraun, die Markstrahlen, das Siebparenchym und die peripheren Markzellen etwas dunkler gefärbt. Unterseits ist die Färbung der Rinde dunkler als oberseits.

b) Stärke: Liegt unterseits relativ wenig in der inneren Rinde und in den Markstrahlen, sowie im peripheren Mark.

Gerbstoff: Wesentlich wie in c. Das Mark ist etwas heller als in c.

a) Stärke: Ist unterseits im Rhizom gespeichert, und zwar liegt in der inneren Rinde relativ viel, in der äußeren wenig. Im Mark ist noch weniger vorhanden. Nur das Markparenchym in unmittelbarer Nähe der Bündel enthält viel Stärke. Auf Jodzusatz färben sich die Schichten der inneren Rinde und des peripheren Markes ziemlich dunkelblau.

Gerbstoff: Die Färbung des Niederschlages ist ähnlich der des Schnittes b. Gegenüber dem Märzobjekt ist die Färbung bedeutend schwächer.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, e) Stärke: Die Ablagerung ist für das ganze Rhizom im Schnitt e eine maximale. Es ist bedeutend mehr abgelagert als im entsprechenden Schnitte des Märzobjektes. Die Rinde enthält relativ wenig, das Mark ziemlich viel, bes. an den Bündeln. Die innere Rinde führt meist etwas mehr Stärke als die äußere.

Gerbstoff: Im Mark ist gleichmäßiger gelblicher Niederschlag zu erkennen, der in den äußeren Schichten eine etwas dunklere Färbung zeigt. Die Rinde und das Parenchym des Siebteiles sind etwas dunkler gefärbt.

d) Stärke: Es ist etwas weniger Stärke vorhanden als in e, und zwar liegt oberseits im Mark sehr wenig, in der Rinde keine Stärke. Unterseits ist die Speicherung fast wie in e.

Gerbstoff: Die Färbung entspricht ungefähr derjenigen von e, doch sind sämtliche Gewebe etwas dunkler.

c) Stärke: Kommt in fast allen Zellen des Markes in geringer Menge vor. In der Rinde zeigen die inneren Schichten eine etwas stärkere Speicherung als die äußeren.

Gerbstoff: Das zentrale Mark ist schwach gelblich gefärbt. Die peripheren Schichten und das Parenchym des Phloems, sowie die Rinde führen braunen Niederschlag.

b) Stärke: Liegt unterseits wenig im peripheren Mark und den Markstrahlen, noch weniger in der inneren Rinde.

Gerbstoff: Wesentlich wie c.

a) Stärke: Kommt unterseits unter der Endfläche in den inneren Schichten der Rinde und den peripheren Markzellen ziemlich viel vor. Etwa 7 mm vom Ende entfernt nimmt die Menge ab.

Gerbstoff: Das Mark führt nur andeutungsweise Niederschlag. Nur etwa 4—6 Schichten der Peripherie enthalten gelbbraune Niederschlagsmassen. Die Bündel sind am organischen Ende dunkelbraun gefärbt. Die

Rinde ist ebenfalls relativ hell. Sie zeigt eine gelblich-braune Farbe, die sich am organischen Ende etwas vertieft.

Zusammenfassung. Stärke ist im ganzen Rhizom bedeutend mehr gespeichert als im Märzobjekt. Die stärkste Speicherung findet sich wieder im jüngsten Triebe. Sie nimmt nach den älteren Zuwachsstrecken hin sukzessive ab.

Der Niederschlag ist im ganzen Rhizomverlaufe bedeutend heller als im Märzobjekt. Der zweitjüngste Trieb ist am intensivsten gefärbt. Die übrigen Schnitte durch die älteren Zuwachsstrecken sind ziemlich gleichmäßig gebräunt und enthalten weniger Niederschlag.

1. 6. 14.

Das mittelkräftige Rhizom hat eine Länge von 14 cm und eine durchschnittliche Dicke von 1 cm. Es besteht aus 4 Jahrestrieben, von denen der jüngste eine sehr kräftige Blattrosette und einen Blütenstengel erzeugt hat. Der jüngste Zuwachs hat seitlich kleine Rhizome von 2 cm Länge entwickelt. Die Endpartie des ältesten Triebes ist etwas geschrumpft und dunkler gefärbt als die anderen bräunlichen Triebe. Die Wurzeln des ältesten Zuwachses sind abgestorben.

Schnitt a—f. a) Längsschnitt von 2 cm Länge durch die Endpartie. b) Querschnitt, an a anschließend. c) 1,5 cm langer Längsschnitt, der an b anschließt. d—f) Querschnitte durch die Mitten der Jahrestriebe 1912—14.

Makroskopisch. f) Stärke: Kommt unterseits unterhalb einer trennenden Zone nicht vor. Der Schnitt hat sich unterseits nicht gefärbt, während oberseits auf Jodzusatz eine schwache schwarzblaue Färbung zu erkennen ist.

Gerbstoff: Das Mark ist hellbraun, die Rinde etwas dunkler. Die Randpartien des Markes und die Markstrahlen zeigen eine intensivere Bräunung. Eine trennende, braune Zone ist quer durch Rinde und Mark zu verfolgen.

e) Stärke: Ist bedeutend mehr gespeichert als in f, bes. im Mark, den Markstrahlen und der Rinde.

Gerbstoff: Wesentlich wie in f.

d) Stärke: Das zentrale Mark enthält wenig Stärke, das periphere etwas mehr. Sehr viel Stärke liegt in den primären Markstrahlen. Der Unterschied zwischen der Ober- und Unterseite ist ziemlich bedeutend. Oberseits kommt in der Rinde wenig Stärke vor, unterseits viel. Die Färbung des Schnittes auf Jodzusatz entspricht in den stärkehaltigen Geweben der von f.

Gerbstoff: Gegenüber dem Schnitt f ist eine geringe Zunahme der Färbungsintensität im Mark und in der Rinde zu erkennen, doch ist der Unterschied nicht beträchtlich.

c) Stärke: Wird im absterbenden Teile bis zur Trennungszone, die etwa 3,4 cm vom organischen Ende entfernt liegt und quer durch die Mitte des Schnittes sich erstreckt, nur sehr wenig gespeichert. Hinter der Trennungszone kommt relativ viel vor, bes. am Bündel und an den Blattspuren der Unterseite. Der ganze Schnitt färbt sich auf Jodzusatz ziemlich gleichmäßig schwarzblau. Eine etwa 1,5 mm breite Zone des am Leben bleibenden Teiles, die kurz hinter der Trennungszone liegt, enthält fast keine Stärke.

Gerbstoff: In der Mitte des Schnittes verläuft eine dunkelbraune Trennungszone. Der Niederschlag im absterbenden Teile besitzt eine etwas tiefere Bräunung, bes. unterseits an dem Bündel, als im jüngeren Teile des Schnittes, der ungefähr dieselbe Färbung wie der Schnitt d erkennen läßt.

b) Stärke: Ist nur sehr wenig gespeichert wie im absterbenden Teile des Schnittes c.

Gerbstoff: Die Färbung und Verteilung des Niederschlages gleicht der des Schnittes b vom Aprilobjekt. Das Mark ist etwas dunkler.

a) Stärke: Wie in b.

Gerbstoff: Der Niederschlag hat eine etwas dunklere Farbe als im April. Das Mark zeigt eine gleichmäßige hellbraune Färbung. Die Rinde ist etwas dunkler. Im wesentlichen entspricht die Färbung der von b.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, f) Stärke: Kommt unterseits im absterbenden Teile nur in einigen Zellen vor, die dicht gefüllt sind. Im am Leben bleibenden Teile liegt relativ viel Stärke in der inneren Rinde und im peripheren Mark, auch im Parenchym des Siebteiles. Die Zellen des lebendigen Teiles zeigen in etwa 6—7 Schichten hinter der Trennungszone keine Stärke.

Gerbstoff: Quer durch die Mitte des Schnittes verläuft eine trennende Zone, die aus Phellogen besteht und gelbbraunen Niederschlag führt. Das Mark ist mit hellem, gelblich-braunem diffusem Niederschlag erfüllt. Nach der Peripherie hin nimmt die Färbung zu, ebenso in den Markstrahlen und im Siebparenchym. Auch das Primärholz weist braunen Niederschlag auf. Die Rinde ist bes. in den innersten Schichten dunkler gefärbt als das Mark.

e) Stärke: Ist etwas reichlicher gespeichert als in f. Die Speicherung ist maximal für das Rhizom.

Gerbstoff: Der Niederschlag zeigt mit Ausnahme des Markes, das etwas heller ist, dieselbe Färbung wie in f.

d) Stärke: Ist etwas weniger gespeichert als in e. Die Verteilung der Stärkekörner entspricht im wesentlichen der in e.

Gerbstoff: Die Intensität der Färbung ist größer als in e und f. Das Mark enthält hellbraunen Niederschlag, die peripheren Markzellen und die Markstrahlen braunen. Das Siebparenchym ist hellbraun bis braun gefärbt. Die Rinde ist nur wenig schwächer gefärbt als das periphere Markparenchym.

c) Stärke: Ist im absterbenden Teile nur in vereinzelten Zellen zu finden. Sonst kommen auch in dem Phellogen der Trennungszone einzelne Körnchen vor. Unterhalb der Trennungszone folgt in etwa 5—6 Schichten der Rinde und des Markes wenig kleinkörnige, wandständige Stärke. Dann nimmt die Menge bedeutend zu. Es liegt relativ viel Stärke unterseits im peripheren Mark und in der inneren Rinde, weniger oberseits.

Gerbstoff: Der absterbende Teil ist etwas dunkler gefärbt als der am Leben bleibende, der ungefähr dieselben Verhältnisse zeigt wie der Schnitt d. Das Mark des absterbenden Stückes zeigt eine braune bis hellbraune Färbung. Die peripheren Schichten sind auch hier wieder stärker gebräunt als das innere Mark. Auch die Rinde ist bes. in den innersten Schichten tiefer gebräunt. Das Siebparenchym führt gelbbraunen Niederschlag.

b) Stärke: Liegt in einigen Zellen des zentralen Markes und der äußeren und mittleren Rinde, die dicht mit großen Körnern gefüllt sind. Es ist etwas mehr Stärke vorhanden als am 28. 4. 14. Die Markstrahlen und das Siebparenchym enthalten weniger Stärke als Mark und Rinde.

Gerbstoff: Das Mark führt etwas dunkleren Niederschlag als im Objekt vom 28. 4. 14. Es ist gelbbraun, in den peripheren Schichten und in den Markstrahlen braun. Das Siebparenchym ist hellbraun gefärbt, z. T. auch der Gefäßteil. Die Rinde zeigt in den inneren Schichten dieselbe Färbung wie das periphere Mark. Auch die unter dem Periderm liegenden Zellen sind in mehreren Schichten gebräunt.

a) Stärke: Liegt in einigen schmalen Zellen des Markes, die dicht mit groben Körnern gefüllt sind.

Gerbstoff: Das organische Ende zeigt ungefähr dieselbe Gestaltung wie im März. Die Schichten des Markes enthalten in einer Breite von etwa 5 mm sehr hellbraunen bis gelbbraunen Niederschlag. In den peripheren Zellen vertieft sich die Färbung etwas. Nach dem jüngeren Teile nimmt der Niederschlag dieselbe Verteilung und Färbung wie in b an.

Zusammenfassung. Gegenüber dem Aprilobjekt ist eine Zunahme der Stärkemenge in den jüngeren Zuwachsstrecken zu verzeichnen. Der absterbende Trieb zeigt bedeutend weniger als im April. Nur vereinzelte Zellen des Markes und der Markstrahlen führen dicht gelagerte grobkörnige Stärke. Im jüngeren Teile des Rhizoms ist stets unterseits mehr gespeichert als oberseits. Am meisten Stärke liegt immer im peripheren Mark und in den Markstrahlen, etwas weniger in der Rinde. Auch das Siebparenchym zeigt etwas Stärkespeicherung. Die Intensität der Speicherung schreitet von hinten nach vorn fort im Rhizom bis zum vorletzten Triebe, der für dieses Rhizom eine maximale Anhäufung zeigt. Der jüngste Trieb enthält etwas weniger.

Die Färbung des Niederschlages entspricht im wesentlichen der des Märzobjektes. Der absterbende Teil ist nur wenig tiefer gefärbt als der am Leben bleibende, der nur hinter dem Wundkork der Trennungszone eine beträchtlichere Aufhellung erkennen läßt. Die Färbungsintensität ist ziemlich gleichmäßig in sämtlichen am Leben bleibenden Trieben. Die intensivste Bräunung besitzt der Zuwachs 1912.

30. 6. 14.

Das kräftige, aus 5 Jahrestrieben zusammengesetzte Rhizom hat eine Länge von 22 cm und eine Dicke von 1,2 cm. Die Blattrosette und die Blüte sind kräftiger als die des Objektes vom 1. 6. 14. Die Farbe des Rhizoms gleicht im wesentlichen derjenigen der anderen Objekte. Am ältesten Jahrestrieb ist eine zerstörte Partie und Schrumpfung deutlich zu erkennen. Schnitt a—d) An einander schließende Längsschnitte von 2—1,8—1—1,2 cm Länge. Der Schnitt a geht durch das organische Ende. e—h) Querschnitte, den Mitten der Triebe 1911—14 entstammend.

Makroskopisch, h) Stärke: Der ganze Schnitt färbt sich sehr gleichmäßig schwarzblau auf Jodzusatz. Die Holzteile sind ungefärbt.

Gerbstoff: Das Mark ist ziemlich gleichmäßig hellbraun. Das periphere Mark und die Markstrahlen zeigen braunen Niederschlag. Die Rinde ist

etwas tiefer gebräunt als das Mark, bes. unterseits. Gegenüber dem entsprechenden Schnitte des Objektes vom 1. 6. 14 ist eine kleine Zunahme des Niederschlages zu konstatieren.

g) Stärke: Wie in h.

Gerbstoff: Das Mark und die Rinde sind nur wenig heller als in h.

f) Stärke: Wie in h.

Gerbstoff: Das Mark und die Rinde, bes. die der Rhizomoberseite sind bedeutend heller begräunt als in h. Auch das periphere Mark und die Markstrahlen sind ziemlich hell gefärbt.

e) Stärke: Oberseits ist die Speicherung etwas geringer als in h.

Gerbstoff: Die Färbung ist etwas tiefer als in f. Die Rinde und das Mark sind ziemlich gleichmäßig hellbraun; nur unterseits ist die Rinde beträchtlich dunkler als das Mark. Auch das periphere Markparenchym und die Markstrahlen zeigen unterseits eine tiefere Bräunung als oberseits.

d) Stärke: Ist im absterbenden Teile, der etwa 5,5 cm vom organischen Ende entfernt liegt, nur wenig abgelagert. Im am Leben bleibenden Teile kommen auch nur vereinzelt stärkehaltige Komplexe vor, die sich auf Zusatz von Jod schwarzblau färben.

Gerbstoff: Der Niederschlag ist im Mark relativ gleichmäßig verteilt. Im ganzen Schnitt ist die Färbung bedeutend dunkler als in allen anderen Schnitten. Quer durch das Rhizom verläuft eine dunkelbraune Trennungszone. Vor dieser liegt nach dem absterbenden Teile zu eine etwa 5 mm breite schwach braune Zone. Im lebendig bleibenden Teile hat sich etwa 1,5 mm unter der 1. Zone eine 2. entwickelt, die aber nicht vollständig durch das Rhizom geht. Der Niederschlag ist im lebendig bleibenden Teile ziemlich gleichmäßig hellbraun gefärbt. Die Rinde des absterbenden Teiles ist fast wie das Mark gefärbt, ebenso im am Leben bleibenden Teil. Nur an den Blattspuren vertieft sich die Bräunung der Gewebemassen. Die Bündelzone ist ziemlich dunkelbraun, bes. die der Rhizomunterseite.

c) Stärke: Ist nur in der Rinde, die auf Jodzusatz schwach dunkelblau gefärbt ist, in sehr geringer Menge abgelagert.

Gerbstoff: Die Färbung entspricht im wesentlichen der des absterbenden Teiles des Schnittes d.

b) Stärke: Ist makroskopisch nicht nachweisbar.

Gerbstoff: Das Mark und die Rinde sind zerstört und zeigen eine große Höhlung, deren Randpartien intensiv gebräunt sind. Sonst gleicht die Färbung der des Schnittes c.

a) Stärke: Wie in b.

Gerbstoff: Die Rinde ist zum größten Teile zerstört; wo sie noch erhalten ist, zeigt sie eine dunkelbraune Farbe. Mark und Bündel, die meist noch erhalten sind, lassen eine hellbraune bis braune, am organischen Ende eine dunkelbraune Färbung erkennen.

Lupenbild. Wesentlich wie makroskopisch.

Mikroskopisch, h) Stärke: Die Speicherung ist eine maximale in sämtlichen Geweben.

Gerbstoff: Das Mark zeigt gelbbraunen diffusen Niederschlag, der nach der Peripherie des Markes in braunen übergeht. Auch die Markstrahlen

weisen dieselbe Färbung auf. Der Gefäßteil ist farblos. Der Siebteil ist schwach gelbbraun. Die Rinde ist oberseits nur wenig dunkler als das Mark; unterseits zeigen die äußeren Schichten braunen Niederschlag, die inneren gelbbraunen.

g) Stärke: Wie in h.

Gerbstoff: Sämtliche Gewebe sind nur wenig heller als in h.

f) Stärke: Wie in h.

Gerbstoff: Wesentlich wie in g.

e) Stärke: Wird nur etwas weniger gespeichert als in h, und zwar liegt oberseits in der Rinde und im Mark etwas weniger.

Gerbstoff: Die Färbung der einzelnen Gewebe ist nur wenig intensiver als in g. Das Holzparenchym ist bisweilen schwach gelblich gefärbt.

d) Stärke: Ist im absterbenden Teile nur in einigen Zellen der Rinde und des Markes vorhanden. Auch der am Leben bleibende Teil des Schnittes zeigt dieselbe Verteilung.

Gerbstoff: Die Rinde des absterbenden Teiles führt nur andeutungsweise Niederschlag, mit Ausnahme der Gewebepartien an den Blattspuren. Die innersten Rindenschichten zeigen eine helle Bräunung. Die Membranen der Zellen weisen teilweise Infiltrationen auf. Die meisten Zellen sind noch lebendig. Nach der Trennungszone zu, die nur im Mark ausgebildet ist, nimmt der Niederschlag etwas zu. Die Zellen sind hellbraun gefärbt. Im Mark des absterbenden Stückes ist der Niederschlag hellbraun. Meist sind die Zellen gerbstoffrei. Die Membranen lassen auch hier Infiltrationen erkennen. Die Interzellularen führen homogene braune Klumpen. Vor der Trennungszone ist eine kleine Aufhellung zu verzeichnen. Die trennende Zone wird aus etwa 2—3 Schichten verkorkter Zellen zusammengesetzt. Teilungen treten noch nicht auf. Die Bündel des absterbenden Teiles sind hellbraun bis braun. Hinter der Trennungszone nimmt die Färbung zu und zeigt dann einen ausgesprochen braunen Ton.

c) Stärke: Kommt nur in ganz vereinzelten Zellen vor.

Gerbstoff: Die Rinde ist teilweise zerstört. Die erhalten gebliebenen Teile zeigen helle und verwaschene braune Partien. Die Markzellen sind z. T. noch lebendig und enthalten braunen bis gelbbraunen Niederschlag. Die Siebteile sind hellbraun.

b) Stärke: Hat sich nur noch in einigen Zellen unter dem Wundkork einer verletzten Stelle erhalten. Diese Zellen sind dicht mit grobkörniger Stärke angefüllt.

Gerbstoff: Relativ helle Partien wechseln in Rinde und Mark mit verwaschenen ab. An einer durch Tierfraß entstandenen Verwundung hat sich ein typischer Wundkork entwickelt. Die Zellschichten unter diesem Wundgewebe führen rot- bis schwarzbraunen Niederschlag. Nach dem jüngeren Teile zu sind die Zellen im Mark meist hell gelblich und lebendig und weisen keine Infiltrationen auf. Die Bündel sind ziemlich braun.

a) Stärke: Ist nicht mehr vorhanden.

Gerbstoff: Das organische Ende ist stark zerklüftet und zeigt schwarzbraune Färbung der den Abschluß bildenden Zellen. Die Rinde ist weithin zerstört und meist nur noch in einigen inneren Schichten vorhanden.

Aus den Markzellen und Bündeln ist der Gerbstoff teilweise herausdiffundiert. Die Membranen zeigen braune Infiltrationen. Die Zellen sind relativ hell, meist tot und teilweise verwaschen.

Zusammenfassung. Kurz hinter der trennenden Zone setzt in dem lebendig bleibenden Teile eine fast maximale Stärkespeicherung ein. Die jüngsten Triebe zeigen eine ausgesprochen maximale Stärkespeicherung. Der absterbende Teil enthält nur noch ganz geringe Spuren. Es ist demnach eine Zunahme der Stärke im lebenden Rhizomstück zu verzeichnen.

Die Färbung der Niederschlagsmassen entspricht im allgemeinen derjenigen des lebendigen Teiles des Objektes vom 1. 6. 14. Die absterbende Endpartie ist teilweise zerstört und zeigt verwaschene Gewebekomplexe, deren Zellen Infiltrationen aufweisen. Die Bündel des absterbenden Stückes sind ziemlich intensiv gebräunt.

10. 7. 14.

Das kräftige, 18,5 cm lange und 1,1 cm dicke Rhizom setzt sich aus den Zuwachsstrecken 1911—14 zusammen. Die Pflanze hat ausgeblüht. Der älteste Trieb zeigt am Ende ein 4 cm langes zerfallenes Stück, das beim Konservieren abfiel. Schnitt a—e. a) 1,5 cm langer Längsschnitt durch das erhalten gebliebene Ende des Triebes 1911. b) Querschnitt, der an a anschließt. c—e) Querschnitte durch die Mitten der Jahrestriebe 1912—14.

Makroskopisch, e) Stärke: Die Speicherung ist wie im Schnitt h des Objektes vom 30. 6. 14 eine maximale.

Gerbstoff: Der Niederschlag ist im Mark schmutzig-braun. Das periphere Mark und die Markstrahlen sind tiefbraun. Unterseits zeigt die Rinde dunkelbraune bis dunkel-rotbraune Färbung. Der ganze Schnitt ist bedeutend intensiver gefärbt als alle bisher untersuchten Schnitte.

d) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Der ganze Schnitt ist bedeutend heller gefärbt als der Schnitt e, und zwar sind Rinde und Mark ziemlich hellbraun. Das periphere Mark und die Markstrahlen sind von brauner Farbe.

c) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Wesentlich wie e.

b) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Wie in d.

a) Stärke: Ist im absterbenden Teile nicht nachzuweisen. Der am Leben bleibende Teil zeigt ein Stärkemaximum wie die jüngeren Triebe.

Gerbstoff: Etwa 0,6 cm vom Ende des Schnittes entfernt, also 4,6 cm von der ursprünglichen Endpartie, verläuft eine dunkle Trennungszone. Der absterbende Teil zeigt eine ziemlich helle, nur schwach bräunliche Farbe. Die Bündel der Unterseite sind dunkelbraun. Hinder der dunkelbraunen Trennungszone ist die Färbung des Markes eine gleichmäßige schmutzig- bis rötlich-braune. Auch die Rinde zeigt diese Farbe. Die Bündel sind schwach braun bis rötlich-braun.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, e) Stärke: Sie ist gleichmäßig verteilt und maximal gespeichert.

Gerbstoff: Das Markparenchym führt schwach rötlich-braunen Niederschlag. Die Zellen des peripheren Markes und der Markstrahlen sind tief braun, bes. auf der Unterseite. Oberseits sind diese Gewebepartien nur wenig dunkler als das Markparenchym. Das Siebparenchym ist teilweise intensiver gebräunt als die Markstrahlen. Der Gefäßteil läßt braunen bis hellbraunen Niederschlag im Parenchym erkennen. Die Rinde zeigt eine etwas stärkere Färbung als das Mark, bes. in den äußersten Schichten unter dem Periderm. Auf der Unterseite ist sie tiefbraun gefärbt.

d) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Der Niederschlag ist bedeutend heller als in e. Er zeigt eine gelblich-braune Färbung, die sich im peripheren Mark und in der Rinde etwas vertieft. Die Markstrahlen sind gelbbraun, das Siebparenchym meist hellbraun. Auch das Holzparenchym zeigt z. T. diese Färbung.

c) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Wesentlich wie in e, doch sind teilweise die Elemente des Holzes tiefer gebräunt.

b) Stärke: Wie in e.

Gerbstoff: Die Verteilung und Färbung der Niederschlagsmassen entspricht im allgemeinen derjenigen von d.

a) Stärke: Ist im absterbenden Teile nicht mehr vorhanden. Ein Teil des absterbenden Gewebes der Rinde zeigt allerdings noch eine maximale Speicherung. Der am Leben bleibende Teil weist kurz hinter dem Wundkork gleich eine maximale Speicherung wie in e auf, mit Ausnahme mehrerer Zellschichten der äußeren Rinde am organischen Ende, die fast stärkefrei sind.

Gerbstoff: Die Verteilung und Färbung des Niederschlages entspricht im wesentlichen der von b. Allerdings sind sämtliche Gewebe in a etwas tiefer gebräunt. Der absterbende Teil zeigt meist tote gerbstoffreie Zellen, deren Membranen Infiltrationen erkennen lassen. Nur die Bündelzone enthält braunen Niederschlag.

Zusammenfassung. Die Stärkespeicherung ist in allen am Leben bleibenden Trieben eine maximale. Der absterbende Teil enthält keine Stärke mehr.

Der Gerbstoffniederschlag zeigt im ganzen Rhizome eine etwas dunklere, in das rötliche Braun gehende Färbung als das Objekt vom 30. 6. 14. Nur der absterbende Teil ist fast farblos und enthält nur in der Bündelzone noch etwas braunen Niederschlag. Die Zellmembranen der absterbenden Zone lassen alle Infiltrationen erkennen. Die intensivste Bräunung zeigt der jüngste Trieb, während die anderen relativ gleichmäßig gefärbt sind. Auch in diesem Objekt ist eine Bräunung des Holzparenchyms und eine wesentlich tiefere Färbung des Siebparenchyms als im Objekt vom 30. 6. 14 zu konstatieren.

Zusammenfassung.

Die an der Erdoberfläche kriechenden Rhizome setzen sich aus mehreren Jahrestrieben zusammen, die rundlich sind und ziemlich kräftige Wurzeln aus ihrer Unterseite treten lassen. Die Länge und Dicke der einzelnen Triebe ist recht verschieden, ebenso die Länge der sie zusammensetzenden Inter-

nodien. Diese werden stets am Ende eines Triebes kleiner, während sie im typischen Falle in der Mitte relativ lang sind. Doch wechseln diese Verhältnisse in den einzelnen Zuwachsstrecken, so daß häufig eine Unterscheidung der Triebe unmöglich ist. Der jüngste Trieb treibt terminal eine Blattrosette, bzw. die Infloreszenz.

In dem Rhizomquerschnitt nimmt der Zentralzylinder, der von der wenig mächtigen Rinde durch eine einschichtige, zartwandige und wenig prägnante Endodermis getrennt ist, etwa $^2/_3$ der Gesamtdicke ein. Die Rinde schließt nach außen mit einem 10—20schichtigen Periderm ab und ist schwach kollenchymatisch verdickt. Unter der Endodermis liegen 10—20 kollaterale Bündel ringförmig verteilt. Sie sind mehr oder weniger weit voneinander getrennt durch primäre Markstrahlen, deren Zellen im jüngsten Trieb relativ zartwandig sind, in den älteren aber prägnanter werden und ihre Membranen etwas verdicken. Sie zeigen keine Holzreaktion. Das schmale Kambium erzeugt nach innen ein mächtiges Xylem, nach außen ein schwächeres Phloem. Der Holzteil zeigt in radialen Reihen angeordnete Gefäße, die von verdicktem und verholztem Parenchym umgeben sind. Das Primärholz ist wenig entwickelt und nicht so stark verholzt wie das Sekundärholz. In den älteren Trieben läßt der Holzteil Jahresringbildung erkennen. Bisweilen hat sich dann auch vor dem Holzteil noch ein inneres Kambium entwickelt, das ziemlich zartwandige Zellen produziert. Auch der Siebteil nimmt an Mächtigkeit zu und läßt radiale Anordnung erkennen. Er setzt sich aus Siebröhren mit Geleitzellen und Siebparenchym zusammen. Vor jedem Siebteil hat sich ein schwacher, wenig prägnanter Faserbelag entwickelt. Zwischen benachbarten Bündeln liegt häufig ein interfaszikulares Kambium. Die Sieb- und Gefäßteile der Rhizomunterseite sind stets mächtiger als die der Oberseite, doch verhalten sich hierin die einzelnen Triebe ganz verschieden. Der zentrale Raum wird von einem mächtigen Mark erfüllt, dessen Breite im jüngsten Triebe fast $^2/_3$ des Rhizomdurchmessers ausmacht. Infolge des sekundären Dickenwachstums verliert das zunächst schwach kollenchymatisch verdickte Mark an Mächtigkeit und zeigt in manchen Trieben in den peripheren Schichten, die etwas stärker verdickt sind, große Lücken, die durch Zerreißen größerer Gewebekomplexe entstanden sind. Die diese Lücken begrenzenden Zellen zeigen z. T. unregelmäßige Teilungen.

Das organische Ende wird von einem mächtigen Wundkork verschlossen, dessen äußerste 6—10 Zellschichten tot und teilweise lufthaltig sind. Auf diese toten Zellen folgt ein zartwandiges, mehrschichtiges Phellogen. Unter dem Kork zeigen die Parenchymzellen des Markes und der Rinde ein schwaches Eckenkollenchym, unregelmäßige Teilungen und ziemlich große Interzellularen. Häufig entstehen im Markparenchym in geringer Tiefe unter dem Phellogen nach allen Seiten verlaufende Leitbündel, deren Gefäßteil gut ausgebildet ist und aus kurzen, breiten und reich getüpfelten Gefäßen besteht. Nach dem jüngeren Teile zu nimmt das Eckenkollenchym schnell ab, und die Zellen zeigen eine reihenweise Anordnung.

Stärke wird in reichlicher Menge in Rinde, Mark und Siebparenchym gespeichert, und zwar ist in der Regel die Speicherung unterseits größer als oberseits.

Der durch Kaliumbichromat niedergeschlagene Gerbstoff zeigt eine braune Färbung. Die Intensität der Färbung ist unterseits stärker als oberseits. Die Rinde ist meist tiefer gefärbt als das Mark. Die Markstrahlen und das Siebparenchym, sowie die peripheren Markzellen weisen stets die intensivste Bräunung auf. Oberseits sind auch diese bisweilen sehr hell gefärbt. Die einzelnen Jahrestriebe zeigen meist verschiedene Färbungen. Das Maximum der Färbungsintensität wird in der Regel in den jüngsten Trieben erreicht. Die mittleren Triebe sind meist die hellsten, während die älteren fast stets dunkler gefärbt sind als diese.

Das Absterben des jeweilig ältesten Triebes erfolgt im Juni und Juli. Bereits Anfang Juni hat sich eine trennende Zone als typischer Wundkork entwickelt. In dem Objekt vom 30. 6. 15 sind zwei Trennungszonen angelegt, die etwa 1,5 mm von einander entfernt sind. Stärke ist im ältesten, absterbenden Triebe während der Vegetationsperiode sehr wenig gespeichert. Im Märzobjekt sind nur wenige, vereinzelte Zellen der Rinde und des Markes dicht gefüllt mit grobkörniger Stärke. Im April nimmt die Stärkemenge unterseits in den inneren Rinden- und den peripheren Markschichten beträchtlich zu. Anfang und Ende Juni entspricht die Speicherung ungefähr der des Märzobjektes, ebenso im Juli. Diese mit Stärke dicht gefüllten Zellen gehen beim Absterben des ältesten Triebes zugrunde, ohne sich zu entleeren. Nach Michel[1]) sollen die älteren Rhizomteile im Winter reichlicher Stärke enthalten als die jüngeren. Diese Angabe fand ich jedoch nicht bestätigt bei der Untersuchung frischen Wintermaterials vom Dezember und Januar.

In den jüngeren Trieben nimmt die Stärkemenge im Laufe der Entwicklung erheblich zu. Im März liegt in den mittleren Zuwachsstrecken sehr wenig, in den jüngsten Trieben etwas mehr Stärke. Die Speicherung ist jedoch äusserst gering. Im April nimmt die Ablagerung beträchtlich zu in sämtlichen Trieben, am meisten im jüngsten. Anfang und Ende Juni, ebenso im Juli ist die Stärke in allen am Leben bleibenden Trieben maximal gespeichert in Rinde, Mark und Siebparenchym.

Die Niederschlagsmassen des Märzobjektes zeigen eine gelbbraune Färbung und relativ gleichmäßige Verteilung. Im zweitjüngsten Triebe nimmt die Intensität der Färbung etwas zu, während sie im jüngsten Triebe ungefähr derjenigen des ältesten entspricht. Im Aprilobjekt ist der Niederschlag bedeutend heller als im März. Auch hier liegt die größte Färbungsintensität im vorletzten, zweitjüngsten Jahrestriebe vor. Im Objekt vom 1. 6. 14 zeigt der älteste Trieb eine etwas dunklere Farbe als im April. Kurz vor der neu angelegten Trennungszone ist eine allgemeine Aufhellung zu konstatieren. In den am Leben bleibenden Trieben gleicht die Färbung und Verteilung des Niederschlages der des Märzobjektes. Ende Juni sind die Gewebemassen des absterbenden Triebes meist zerstört und verwaschen. Die Membranen der Zellen lassen Infiltrationen erkennen. Nach der Trennungszone zu werden die Zellen heller und enthalten nur andeutungsweise Niederschlag. Nur die Bündel sind relativ braun gefärbt. In den lebendigen Zuwachsstrecken hat sich die Färbung im Vergleich zum Objekt vom 1. 6. 14 etwas vertieft. Im Juli ist der ab-

1) Michel, Diss. Göttingen 1909, S. 23.

gestorbene Teil fast farblos. Die Bündel führen noch etwas braunen Niederschlag. Fast alle Zellmembranen zeigen Infiltrationen. Die lebendigen Triebe enthalten etwas dunkleren Niederschlag als im Juni. Sie zeigen eine in das Rötliche übergehende Bräunung.

Iris variegata L.

Morphologie. Die oberirdischen, wagerecht kriechenden Rhizome bestehen meist aus 4—5 Jahrestrieben, die opuntienartig aneinander gereiht sind. Sie sind im allgemeinen unverzweigt, zeigen aber dichotome Verzweigungen an den Rhizomen, die geblüht haben. Der Unterseite des Rhizoms, die gegenüber der gewölbten Oberseite etwas abgeplattet ist, entspringen kräftige Wurzeln. Die Länge der Rhizome beträgt 6—15 cm und die Dicke 0,7—2 cm.

Anatomie. Der Rhizomquerschnitt zeigt ein großes Plerom, das etwa $^3/_4$ des Durchmessers einnimmt. Die Rinde ist unterseits etwa 2—3 mal so dick als oberseits. Im Plerom liegen die Bündel über den ganzen Querschnitt zerstreut. Auf der Unterseite liegen sie ziemlich dicht. An die Rinde schließt nach außen ein dickes Periderm von 15—25 Schichten an. Die Zellen der Rinde sind schwach kollenchymatisch verdickt. Eine Art Endodermis, die aus tangential gestreckten Zellen mit starker kollenchymatischer Verdickung besteht und unterseits deutlicher ausgeprägt ist, hüllt das Plerom ein. Von Tschirch und Oesterle[1]) wird diese Endodermis als Pseudo-Endodermis bezeichnet. Jedes einzelne Gefäßbündel ist wieder von etwa 2—3 Zellschichten umscheidet, die ziemlich stark kollenchymatisch verdickt sind. Die Gefäßbündel sind konzentrisch. Der Siebteil wird vom Gefäßteil eingeschlossen.

Das organische Ende, das meist etwas gebuchtet ist, zeigt als Abschluß nach außen einen typischen Wundkork, der dieselbe Mächtigkeit erreicht wie das oberflächliche Periderm.

Stärke wird reichlich in Plerom und Rinde gespeichert, und zwar ist in der Regel im Plerom etwas mehr vorhanden als in der Rinde. Nur die peripheren Rindenschichten und die Zellen in unmittelbarer Nähe des Abschlußgewebes sind stärkefrei, bzw. enthalten nur sehr minimale Stärkemengen.

Der Kaliumbichromatniederschlag ist ziemlich gleichmäßig in Rinde und Plerom verteilt. Nur die äußersten Rindenschichten, die Zellen am Wundkork und an den Bündeln sind etwas tiefer gebräunt als das hellbraune bis gelblich-braune übrige Gewebe. Stets ist die Intensität der Färbung in der Rhizomunterseite stärker als oberseits, bes. in der Rinde.

27. 4. 14.

Das Rhizom ist mittelkräftig, 6,5 cm lang und 0,7 cm dick. Es besitzt die Jahrestriebe 1910—14. Schnitt a, b. a) Längsschnitt von 0,6 cm Länge durch das organische Ende. b) Querschnitt, der gleich an a anschließt.

b) Makroskopisch. Stärke: Der ganze Querschnitt färbt sich auf

1) Tschirch und Oesterle, Anatom. Atlas. Bd. I. S. 121.

Josdzusatz ziemlich gleichmäßig schwarzblau. Die Stärke ist fast gleichmäßig über Rinde und Mark verteilt.

Gerbstoff: Der Grundton der Färbung des Rindenparenchyms ist ein gelbliches Braun. Die Rinde der Unterseite ist etwas dunkler als die der Oberseite und als das Plerom. An den Bündeln ist die Färbung stärker, fast so braun wie unterseits in der Rinde.

Lupenbild. Unter dem dunkelbraunen Phellogen liegen dunkelbraune Zellen, die stärkefrei sind.

Mikroskopisch. Stärke: Die Verteilung der Stärke in den einzelnen Geweben ist ziemlich gleichmäßig. Die Rinde enthält etwas weniger als das Plerom. Die ersten 2—3 Zellschichten der peripheren Rinde sind stärkefrei.

Gerbstoff: Rings unter dem Phellogen liegen 2—3 Zellschichten mit dunkelbraunem bis rotbraunem Niederschlag. Sonst sind die Rindenzellen gleichmäßig mit Niederschlag von hellbrauner bis gelblich-brauner Farbe erfüllt. Unterseits ist die Färbung stärker, bes. an der Pseudo-Endodermis. Etwa 3—4 Zellschichten an den Bündeln enthalten dunkelbraunen Niederschlag. Das Plerom ist heller gefärbt und zeigt einen gelblich-braunen Farbenton. Auch der Siebteil enthält bisweilen gelblich-braunen Niederschlag.

Oel: Kleinere und größere ölartige Tropfen liegen fast in jeder Zelle. Sie sind, wie bereits Michel[1]) angegeben hat, beim Zusatz von Aether und von Salzsäure nicht löslich, wohl aber durch Chloralhydrat oder Alkohol. Von Osmiumsäure werden sie braunschwarz gefärbt.

Oxalat: Oxalatkristalle liegen häufig in Rinde und Grundparenchym in Zellen mit dünnwandiger, schwach verkorkter Membran. Es sind lange prismatische Einzelkristalle.

Sphärokristalle: Im durchfallenden Lichte von dunkelbrauner Farbe, kommen in Rinde und Plerom verteilt vor. Sie sitzen der Membran der Zelle an und füllen häufig dieselbe ganz aus. Oft kommen auch mehrere kleinere Sphärite in einer Zelle vor. Die mikrochemische Untersuchung ergab folgendes: Im frischen Material sind sie nicht vorhanden. Sie entstehen beim Konservieren mit Kaliumbichromat, auch wenn destilliertes Wasser hierbei benutzt wurde. Sie lösen sich nicht in kaltem Wasser, relativ schwer in kochendem. Etwas leichter löslich sind sie in konzentrierter Salzsäure und in Kalilauge, sehr leicht löslich in konzentrierter Schwefelsäure, in der sie sich mit gelblicher Farbe lösen. Mit einer alkoholischen α-Naphtollösung oder mit Orzinlösung lösen sie sich und geben dann die für Inulinkristalle charakteristische Reaktion.

Wallach[2]) hat für Iris Pseud-Acorus einen Reservestoff Irisin angegeben, der dem Inulin sehr nahesteht, doch betont er ausdrücklich, daß es trotz aller Bemühungen nicht gelungen ist, in Schnitten der Irisknollen doppelt brechende Sphärokristalle zu erzeugen. Als Löslichkeitsverhältnisse gibt er an, daß Irisin in kaltem Wasser leichter löslich ist als Inulin. Warmes Wasser, konzentrierte Salzsäure und Natronlauge lösen Irisin sehr leicht. Es wäre also möglich, daß die vorliegenden Sphärokristalle mit dem Wallachschen Irisin identisch sind, oder ihm doch nahe stehen.

1) Michel, Diss. Göttingen 1909, S. 23 und 24.
2) Wallach, Annalen der Chemie und Pharmazie 1886. Bd. 234, S. 364.

a) Makroskopisch. Stärke: Die Verteilung der Stärke entspricht im wesentlichen den beim Querschnitt beschriebenen Verhältnissen. Nur am organischen Ende ist eine Ausbuchtung der Rinde stärkefrei.

Gerbstoff: Das Mark ist wie die Rinde gelblichbraun gefärbt. Die Bündel sind von stärker gebräunten Zellen eingefaßt.

Lupenbild: Wie makroskopisch.

Mikroskopisch: Der Abschluß am organischen Ende wird durch typischen Wundkork hergestellt. Vor den Peridermzellen liegen nach außen hin tote, polygonale Zellen, deren Membranen verkorkt sind. Die peripheren Korkzellen sind in 5—6 Schichten tot und z. T. lufthaltig. Nach dem Innern folgt dann ein 3—4schichtiges Phellogen.

Stärke: Ist in fast allen Zellen vorhanden; nur die ersten 3 Zellreihen unter dem Phellogen enthalten nur wenig, fast keine Stärke. Diese nimmt nach dem Innern hin zu. In einem ausgebuchteten Teile am organischen Ende befindet sich keine Stärke. Im Plerom liegt auch in den peripheren Zellen am organischen Ende etwas Stärke. Die Körner sind hier allerdings klein und nur in geringer Zahl vorhanden. Nach innen zu werden sie größer und zahlreicher. An den Bündeln ist die Stärke maximal gespeichert.

Gerbstoff: Unter dem Phellogen der Oberfläche liegen 3 Zellreihen, die tiefe Bräunung durch Niederschlag zeigen. Sonst entspricht die Färbung und Verteilung des Niederschlages der des Querschnittes. Im Plerom hellt die Färbung nach dem jüngeren Teil zu etwas auf.

Die Verteilung der Oeltropfen, der Oxalat- und Sphärokristalle entspricht der des Querschnittes. Meist liegt in den Zellen ein großer und mehrere kleinere Oeltropfen.

Zusammenfassung. Stärke ist ziemlich gleichmäßig verteilt und fast maximal im Plerom gespeichert. Die Rinde enthält etwas weniger. Am organischen Ende liegt in einem ausgebuchteten Teile der Rinde keine Stärke mehr, desgl. in den peripheren Rindenschichten. Die Zellen unter dem Wundkork enthalten sehr wenig Stärke.

Auch der Niederschlag weist eine ziemlich gleichmäßige Verteilung auf und ist gelblich-braun gefärbt. Nur die peripheren Rindenschichten, sowie die Zellen am organischen Ende und an den Bündeln sind bedeutend tiefer gebräunt. Die Bündel selbst sind gelblich-braun.

In fast jeder Zelle liegen größere und kleinere ölartige Tropfen. Häufig kommen auch große prismatische Oxalatkristalle im Grundparenchym des Pleroms und der Rinde vor, desgl. im durchfallenden Lichte braun erscheinende Sphärite, die vermutlich inulinartiger Natur sind.

25. 5. 14.

Das Rhizom ist mittelkräftig, 7 cm lang und 0,7—1, 3 cm dick. Es zeigt die Zuwachsstrecken 1909—14 und ist etwas rundlicher als das Objekt vom 27. 4. 14. Schnitt a, b. a: Längsschnitt von 1,7 cm Länge durch das organische Ende. b: Querschnitt, der an a anschließt.

b) Makroskopisch. Stärke: Sie ist etwas unregelmäßig verteilt. Es liegt wenig Stärke in Rinde und Plerom. Unterseits liegt mehr als oberseits,

bes. an der Pseudo-Endodermis. Der Schnitt färbt sich auf Jodzusatz schwach dunkelviolett.

Gerbstoff: Wesentlich wie im Objekt vom 27. 4. 14.

Lupenbild. Die Färbung des Niederschlages ist im ganzen Schnitt etwas dunkler als im Objekt vom 27. 4. 14, doch ist der Unterschied gering.

Mikroskopisch. Stärke: In den Zellen der Rinde und des Grundparenchyms liegt wenig Stärke in wandständiger Anordnung. Die Körner sind äußerst klein. An der Pseudoendodermis ist eine Anhäufung der Stärke in etwa 10 Zellschichten vorhanden.

Gerbstoff: Die ersten 3 Zellreihen unter dem Phellogen sind wie bei dem Objekt vom 27. 4. 14 tiefer braun bis rotbraun gefärbt. Das Plerom zeigt eine dunklere Farbe als im Aprilobjekt. Der Siebteil ist hier heller als der Gefäßteil. Die Zellen, welche die Bündel umhüllen, zeigen gegenüber dem Grundparenchym keinen Unterschied in der Farbe des Niederschlages. In einigen Gefäßbündeln sind die Gefäße, in anderen die Siebröhren abgestorben und zeigen braune Infiltrationen ihrer Membranen. Die Gefäßbündel selbst sind dunkler als das Plerom.

Oeltropfen und Oxalatkristalle zeigen gegenüber dem Aprilobjekt keine Veränderung.

Sphärokristalle: Liegen in der Rinde nur unterseits, während sie im Plerom mehr oberseits zwischen den Bündeln verteilt sind.

a) Makroskopisch. Stärke: Kommt im älteren Teile des Rhizoms nicht vor. Erst etwa 1,3 cm vom organischen Ende entfernt tritt Stärke, auf Jodzusatz in feiner Verteilung und dunkelblauer Farbe erkennbar, auf.

Gerbstoff: Die Bündel sind brauner gefärbt als im Aprilobjekt. Besonders die Partien im älteren Teile des Schnittes sind erheblicher gebräunt. Nach dem jüngeren Teile zu, 1,3 cm vom organischen Ende entfernt, verläuft quer durch das Rhizom eine dunkel gefärbte Zone. Am organischen Ende sind viele weite Interzellularspalten. Die Zellen zeigen auch hier eine dunklere Farbe.

Lupenbild. Die Interzellularspalten sind häufiger als im Aprilobjekt. Im jüngeren Rhizomteile ist die Färbung der Gewebemassen hinter der Trennungszone etwas heller als im absterbenden Teile.

Mikroskopisch. Stärke: Befindet sich nur hinter der Trennungszone im am Leben bleibenden Teile in geringer Menge, sowohl in der Rinde als auch im Plerom.

Gerbstoff: Die Rinde ist durchweg dunkler als im Objekt vom 27. 4. 14. Die Rindenzellen enthalten homogenen braunen bis gelblich-braunen Niederschlag, der nach dem Bündel hin eine rotbraune Farbe und teilweise körnige Form annimmt. Nach dem jüngeren Teile zu wird er heller. In den Parenchymzellen des Pleroms findet sich am organischen Ende neben dunkelbraunem körnigem Niederschlag auch gelblicher homogener; doch überwiegt der körnige. Auch wird der Niederschlag erst im jüngeren Teile heller und ist dann homogen. Eine quer verlaufende Zone von etwa 3—4 Zellschichten zeigt dann dunklere körnige Massen. Diese Zone bereitet sich zur Umwandlung in Korkzellen vor. Teilungen treten noch nicht auf. Die Bündel sind am organischen Ende tief

rotbraun gefärbt, desgl. die sie umgebenden Zellen. Nach dem jüngeren Teile zu wird ihre Farbe heller.

Oxalatkristalle, Oeltröpfchen und Sphärokristalle zeigen im Vergleich zum Aprilobjekt keine Abweichung im jüngeren Teile hinter der Zone. Im absterbenden Rhizomstück kommen dagegen mehr Oeltropfen vor, und Sphärokristalle sind hier nicht mehr vorhanden. Oxalatkristalle sind dagegen häufig.

Zusammenfassung. Gegenüber dem Aprilobjekt ist eine bedeutende Stärkeabnahme eingetreten. Am organischen Ende liegt in einer Breite von etwa 1,3 cm sowohl im Plerom als auch in der Rinde keine Stärke mehr. Erst hinter den sich zur Trennungszone umwandelnden Zellen kommt Stärke im Plerom und in der Rinde in relativ geringen Mengen und kleinen Körnchen vor.

Die Intensität des Niederschlages hat gegenüber dem Objekt vom 27. 4. 14 ganz erheblich zugenommen. Besonders die Bündel sind ziemlich intensiv gebräunt. Der Niederschlag ist meist körnig ausgefällt. Etwa 1,3 cm vom Ende entfernt bilden sich etwa 3—4 Zellschichten, die ziemlich intensiv gefärbten körnigen Niederschlag enthalten, zur trennenden Zone um. Teilungen treten aber noch nicht auf. Im jüngeren Teile gleicht die Verteilung des Niederschlages und seine Färbung der des Aprilobjektes.

Desgleichen zeigen die Oxalat- und Sphärokristalle, sowie die Oeltropfen im am Leben bleibenden Teile keine Veränderung im Vergleich zum Aprilobjekt. Die Sphärokristalle sind im absterbenden Teile nicht mehr vorhanden, die Oeltropfen zeigen in ihm eine Zunahme.

9. 6. 14.

Das kräftige Rhizom von 9 cm Länge und 0,7—1,3 cm Dicke besitzt die Zuwachsstrecke 1910—14. Es ist dichotom verzweigt. Aeußerlich ist schon durch Schrumpfung erkennbar, daß der älteste Jahrestrieb abstirbt. Seine Farbe ist tief braun. S c h n i t t a—d: Es wurden 4 Längsschnittserien hergestellt. Der Längsschnitt a geht durch das organische Ende, b schließt an a an. Der Längsschnitt c ist durch die Zuwachsstrecke 1913 gelegt, Längsschnitt d durch den letzten Jahrestrieb. a—d: 2,5—1,8—2,0—1,4 cm.

a) Makroskopisch. Eine trennende Zone, die etwa 1,2 cm vom organischen Ende entfernt verläuft, ist bereits ausgebildet.

S t ä r k e: Ist im absterbenden Teile nicht mehr nachweisbar; erst 0,5 cm hinter der neuen Trennungszone kommt Stärke zunächst in feiner Verteilung vor. Allmählich erreicht dann die Anhäufung derselben ein Maximum. Der Schnitt zeigt hier eine dunkelblaue Färbung auf Jodzusatz.

G e r b s t o f f: Die trennende Zone erscheint als braune Zone, der nach dem absterbenden Teile hin dunklere Zellen vorgelagert sind. Die Gefäßbündel sind im absterbenden Teile wie die erwähnte Zone tiefbraun gefärbt. Die Gewebemassen sind stark zerklüftet. Im am Leben bleibenden Teile sind die Bündel auch dunkler als das Grundparenchym, aber bedeutend heller als im absterbenden Abschnitt.

Lupenbild. Die größte Intensität der Färbung tritt an der Trennungszone auf. In ihr liegen lufthaltige Zellen. Der lebende Teil unterscheidet sich nicht wesentlich von dem vom 27. 4. 14.

Mikroskopisch. S t ä r k e: Liegt, wie schon erwähnt wurde, im lebenden

Teile etwa 0,5 cm von der neuen Trennungszone entfernt. Zunächst sind nur vereinzelte Zellen stärkehaltig; dann nimmt die Zahl dieser Zellen zu. Schließlich sind fast alle Zellen dicht mit Stärke gefüllt. In der Rinde liegt etwas weniger als im Plerom.

Gerbstoff: Die Korkschichten am neuen organischen Ende sind dunkel gefärbt und teilweise lufthaltig. Die daneben liegenden Parenchymzellen der Rinde und des Pleroms sind tot und geschrumpft, teilweise zerstört. An den Stellen, wo sie noch erhalten sind, führen sie dunkelrotbraunen oder helleren gelblichen Niederschlag. Die Trennungszone zeigt nach dem absterbenden Teile Zellmembranen von tiefrotbrauner Farbe. Die äußeren Korkzellen sind lufthaltig. Die folgenden Zellen sind heller und in Teilung begriffen. Auffallend ist, daß die Bündel bis zur neuen Trennungszone tiefrotbraunen Niederschlag haben, der im lebenden Teile heller wird. Im absterbenden Rhizomstück sind die Gewebemassen teilweise tot, andere sind noch lebendig. Im lebenden Teile sind keine wesentlichen Veränderungen zu bemerken im Vergleich zum Objekt vom 27. 4. 14. Der Niederschlag ist nur sehr wenig dunkler.

Oel: Oeltropfen kommen sehr häufig im absterbenden Teile vor, wie im Objekt vom 25. 5. 14. Der lebende Teil enthält sehr viel mehr als sonst, bes. hinter der Trennungszone.

Oxalat: Oxalatkristalle sind ebenso häufig wie in den früher beschriebenen Objekten.

Sphärokristalle: Lassen sich im absterbenden Teile nicht mehr feststellen; dagegen sind sie kurz hinter dem neuen Trennungsgewebe häufig.

b) Stärke: Ist relativ viel vorhanden. Der ganze Schnitt färbt sich bei Jodkaliumzusatz tief schwarzblau. Es ist ungefähr gleichviel Stärke oberseits und unterseits abgelagert.

Gerbstoff: Der Niederschlag ist unterseits bedeutend intensiver in der Farbtönung als oberseits.

Oel: Oeltropfen kommen nur vereinzelt vor.

Oxalat: Ist ebenso häufig wie in den anderen Objekten.

Sphärokristalle: Sind in der Rinde wenig abgelagert, viel im Plerom. Im breiteren Teile des Schnittes liegen im Plerom relativ viel Sphärite. Der sich verjüngende Teil der Zuwachsstrecke 1912, der sich an diese breite Stelle anschließt, zeigt wenig Sphärite.

c) Stärke: Es ist sehr viel Stärke gespeichert, weit mehr als im Längsschnitt b. Der Schnitt erscheint auf Jodzusatz in tief dunkel-schwarzblauer Farbe.

Gerbstoff: Wesentlich wie in b.

Oel: Oeltropfen sind sehr wenig vorhanden.

Oxalat: Wie in b.

Sphärokristalle: Kommen im ganzen Schnitt zerstreut vor.

d) Stärke: Der ganze Schnitt färbt sich bei der Jodreaktion gleichmäßig schwarzblau. Es ist etwas weniger Stärke gespeichert als in c.

Gerbstoff: Der ganze Schnitt erscheint etwas dunkler gefärbt als die anderen Schnitte. Besonders dunkelbraune Gerbstoffniederschläge enthalten die Blattbasen und die Knospenanlage, etwas weniger die Rinde, die aber bedeutend dunkler ist als das Plerom.

Oel: Oeltropfen kommen ebenso häufig wie in b vor.

Oxalat: Liegt in reichlicher Menge im Schnitt verteilt.

Sphärokristalle: Kommen nicht vor.

Zusammenfassung. Im absterbenden Teile ist Stärke nicht mehr nachweisbar. Erst 0,5 cm hinter der neuen Trennungszone kommt zunächst wenig vor. Nach dem Innern nimmt sie allmählich zu und zeigt schließlich im zweitjüngsten Jahresabschnitt eine maximale Anhäufung. Im jüngsten Trieb ist wieder etwas weniger gespeichert.

Im absterbenden Teile sind die Gewebemassen meist zerstört. Die erhalten gebliebenen Zellen weisen denselben Niederschlag wie im Maiobjekt auf. Die Bündel sind noch bedeutend tiefer gebräunt bis zur neuen Trennungszone, die, etwa 1,2 cm vom organischen Ende entfernt, vollständig entwickelt ist. Im lebendig bleibenden Teile nimmt die Färbung in ihnen ziemlich schnell ab. Der nächstfolgende Trieb ist etwas intensiver gebräunt als am 25. 5. 14, ebenso die folgenden Jahrestriebe. Am intensivsten ist die Bräunung im jüngsten Abschnitt, bes. in der Rinde und an den Blattansatzstellen.

Oxalat, Oel und Sphärite zeigen im absterbenden Teile dieselben Verhältnisse wie im Maiobjekt. Im am Leben bleibenden Teile nimmt die Zahl der Oeltropfen von hinten nach vorn ab, desgl. die der Sphärite. Die Verteilung des Oxalates ist ziemlich gleichmäßig und gleicht der des Maiobjektes.

25. 6. 14.

Sehr kräftiges Rhizom von 15 cm Länge und durchschnittlich 1,6 bis 2 cm Dicke. Es zeigt die Jahrestriebe 1909—14. Aeußerlich ist sichtbar, daß die Jahrestriebe 1909 bis 1911 absterben werden, da sie stark geschrumpft sind. Etwa 6,3 cm sind abgestorben. Durch die Zuwachsstrecke 1911—12 wurde ein 2,7 cm langer Längsschnitt gelegt.

Makroskopisch. Stärke: Ist im ganzen Schnitt nicht nachweisbar. Gerbstoff: Die Färbung der abgestorbenen Zellen und Bündel ist hier noch stärker als im Objekt vom 9. 6. 14. Der lebende Teil zeigt keine wesentlichen Unterschiede gegenüber diesem Objekt. Auffällig ist nur, daß zwischen den abgestorbenen und den lebendigen Geweben eine Zone liegt, die dunkel-rotbraun gefärbt ist. Begrenzt wird diese Zone beiderseits von sehr dunklen Zellschichten.

Lupenbild. Der abgestorbene Teil ist stark zerfallen. Das Gewebe erscheint netzartig. Es ist sehr dunkelbraun, fast schwarzbraun, zeigt aber einen grünlichen Grundton. An der ersten Grenzzone werden die Zellen heller. Darauf folgen rotbraune Zellen, die teilweise lufthaltig sind. Die 2. Grenzzone, die an der breitesten Stelle von der ersten etwa 2 mm weit entfernt ist, läßt ebenfalls die dunkelrotbraunen und lufthaltigen Zellen erkennen. Im lebenden Teile lassen sich keine Unterschiede gegenüber dem Objekt vom 9. 6. 14 feststellen. Oxalatkristalle und Oeltropfen bleiben im abgestorbenen Teile erhalten.

Mikroskopisch. Gerbstoff: Der bereits abgestorbene Teil, der vor der ersten Zone liegt, hat geschrumpfte Zellen. Diese sind dunkelbraun, fast schwarz gefärbt und führen körnigen Niederschlag. Die Bündel sind noch lebendig und zeigen eine tief rotbraune Färbung. Nach der ersten Trennungszone hin werden die Zellen etwas heller. Nach dem absterbenden Teile weist

die Trennungszone rotbraune Färbung der Membranen auf. Die erste Zellschicht ist teilweise lufthaltig und hat verkorkte Membranen. Darunter folgt ein typisches Phellogen, das heller gefärbt ist. Große, durch Auflösung der Zellmembranen entstandene Lücken führen homogene rotbraune Gerbstoffklumpen. An der 2. Trennungszone wiederholen sich diese Verhältnisse. Zwischen beiden Trennungszonen liegen mit rotbraunem Niederschlag gefüllte Zellen. Es sind z. T. noch lebende, z. T. tote Zellen. Der lebende Teil des Rhizoms zeigt dieselben Verhältnisse wie die anderen Objekte.

Oel: Die zwischen den beiden Zonen liegenden Gewebekomplexe führen sehr zahlreiche Oeltröpfchen, die größer sind als in den anderen Objekten.

Oxalatkristalle: Wie in den anderen Objekten.

Sphärokristalle: Kommen im absterbenden Teile nicht vor, viel und mehr als in den anderen Objekten im am Leben bleibenden Teil.

Zusammenfassung. Zwei Jahrestriebe sind bereits abgestorben. Am neuen Abschlußgewebe, sowie im jüngeren Teile des untersuchten 2,7 cm langen Rhizomstückes ist Stärke nicht mehr nachweisbar.

An der Grenze des abgestorbenen und des lebendig bleibenden Teiles sind zwei Trennungszonen ausgebildet, die etwa 2 mm weit auseinander liegen. Die abgestorbenen Zellen vor der äußeren Zone enthalten sehr geringe Niederschlagsmassen. Die Bündel sind allerdings noch lebendig und intensiv rotbraun gefärbt. Zwischen den beiden Zonen liegen große Lücken, in denen rotbraune Klumpen ausgefällt sind. Sonst zeigen die Zellen ziemlich intensiven rotbraunen Niederschlag. Im lebendigen Teile hat dieser die Färbung und Verteilung wie im Objekt vom 25. 5. 14.

Zwischen den beiden Zonen sind sehr viele Oeltropfen abgelagert. Das Oxalat ist wie im Juniobjekt gleichmäßig verteilt. Die Sphärite sind im abgestorbenen Teile nicht mehr festzustellen. Hinter der 2. Trennungszone kommen im lebendigen Gewebe bedeutend mehr vor als in den anderen Objekten.

Zusammenfassung.

Die kriechenden, oberirdischen Rhizome setzen sich meist aus 4—5 Jahrestrieben zusammen, die opuntienförmig aneinandergereiht sind. Im allgemeinen sind die Rhizome unverzweigt. Nur an den Rhizomen, die geblüht haben, kommen dichotome Verzweigungen vor. Die Unterseite des Rhizoms ist etwas abgeplattet. Aus ihr entspringen kräftige Wurzeln. Das mächtige Plerom macht ungefähr $^3/_4$ des Durchmessers aus. Die Rinde ist unterseits etwa 2—3 mal so dick als oberseits. Die Bündel liegen im Plerom zerstreut. Unterseits liegen sie ziemlich dicht. Die Oberfläche der Rinde wird von einem mächtigen, etwa 15—25 schichtigen Periderm bedeckt. Das Rindenparenchym ist wie das Parenchym des Pleroms schwach kollenchymatisch verdickt. Das Plerom wird von einer aus tangential gestreckten und stark kollenchymatisch verdickten Zellen gebildeten Schicht eingeschlossen, die von Tschirch und Oesterle als Pseudoendodermis bezeichnet wird. Die Bündel sind konzentrisch. Der Siebteil wird von dem Gefäßteil umschlossen.

Die mehr oder weniger gewölbte Endfläche zeigt als Abschluß einen

typischen Wundkork, der dieselbe Mächtigkeit erreicht wie das oberflächliche Periderm.

Stärke wird sowohl in der Rinde als auch im Plerom in reichlicher Menge gespeichert. Meist ist in der Rinde etwas weniger abgelagert als im Plerom. Nur die ersten 2—3 peripheren Schichten der Rinde sind stärkefrei. Die Zellen unter dem Wundkork enthalten meist nur geringe Mengen an Stärke.

Die Färbung und Intensität des Niederschlages, der beim Konservieren mit Kaliumbichromat entsteht, ist in der Rinde und im Plerom ziemlich gleichmäßig. In der Regel zeigen die äußersten Schichten der Rinde, die Zellen unter dem Wundkork und die an den Bündeln dunkleren Niederschlag als das hellbraune bis gelblichbraune übrige Parenchym der Rinde und des Pleroms. Die Unterseite der Rinde ist etwas stärker gebräunt als die Oberseite.

Oxalatkristalle und Sphärokristalle liegen häufig im Plerom und in der Rinde verteilt. Ebenso liegen kleinere und größere Tropfen von ölartiger Beschaffenheit in fast jeder Zelle.

Das Absterben des jeweilig ältesten Triebes erfolgt im Mai und Juni. Bereits Ende Mai ist in fast allen Rhizomen eine trennende Zone in der typischen Ausgestaltung eines Wundkorkes entwickelt. In einzelnen Objekten konnte ein Absterben mehrerer Triebe festgestellt werden, sowie die Ausbildung zweier dicht aufeinander folgender Trennungszonen.

Ehe die erste Anlage einer trennenden Zone zu erkennen ist, wird die Stärke fortgeschafft. Schon im April beginnt ihre Abwanderung, Ende Mai ist sie vollständig aus dem absterbenden Teile entfernt. Die Gewebemassen werden weit über die Trennungszone hinaus entleert. Nach M i c h e l nimmt die Stärke, die bes. in den jüngeren Jahrgängen gespeichert ist, vom Mai bis zum Juli an Menge erheblich zu. Ende Juli sind die ältesten Triebe dicht angefüllt. Im Laufe des Winters ist eine bedeutende Stärkeabnahme bis zum März festzustellen.

Der Gerbstoffniederschlag nimmt im am Leben bleibenden Teile vom April bis zum Juni nur in geringem Maße zu. Im absterbenden Teile ist der Niederschlag im April homogen. Im Mai und Juni nimmt er dann körnige Form an. Die Färbung nimmt vom April bis zum Juni erheblich zu.

Die ölartigen Tropfen nehmen sukzessive mit dem Alter der einzelnen Jahresabschnitte an Zahl und Größe zu, erreichen im ältesten ihr Maximum kurz vor dem Absterben und verschwinden während desselben nicht. Die Oxalatkristalle werden mit dem absterbenden Jahreszuwachs abgeworfen. Eine Zunahme, bzw. Abnahme derselben wurde nicht festgestellt. Sphärokristalle wurden im absterbenden Teile nie mehr gefunden. In den lebendigen Abschnitten finden sie sich ziemlich häufig in Plerom und Rinde, mit Ausnahme des jüngsten Zuwachses, der frei von Sphäriten ist. Sie nehmen mit dem Alter der Triebe zu und zeigen eine maximale Anhäufung kurz über der neugebildeten Trennungszone.

Plantago major.

Morphologie. Der zunächst mit einer Hauptwurzel endigende, vertikal gestellte Wurzelstock ist ziemlich fleischig und reich mit Beiwurzeln

besetzt. Im 3. Jahre stirbt die Hauptwurzel ab. Der ältere Wurzelstock besteht im typischen Falle aus 3 Jahresabschnitten, die äußerlich schwer kenntlich sind. Der älteste Zuwachs ist im Absterben, der jüngste in der Entwicklung begriffen. Das absterbende Stück trägt meist keine Beiwurzeln mehr. Der jüngste Zuwachs zeigt terminal eine Blattrosette und axilläre Blütenstände. Die untersuchten Wurzelstöcke hatten durchschnittlich eine Länge von etwa 2 cm und eine Dicke von 1 cm. Sie sind schmutzigbraun gefärbt. Die absterbenden Partien zeigen eine etwas dunklere Färbung.

Anatomie. Der rundliche Querschnitt durch den Wurzelstock läßt ein stark entwickeltes Mark erkennen, welches etwa die doppelte Ausdehnung besitzt wie die primäre Rinde. Zwischen beiden Geweben liegt die Bündelzone. Die Bündel sind in großer Zahl ringförmig angeordnet und mehr oder minder weit getrennt durch primäre Markstrahlen. Die Rinde schließt anfangs mit einer Epidermis ab, die aber frühzeitig abstirbt. Auch die nächstfolgenden 4—10 Schichten der Rinde sterben ab. Die innersten dieser Schichten geben Verkorkungsreaktion bei Behandlung mit Schwefelsäure, und lassen nur wenige Teilungen parallel zur Oberfläche erkennen. Sie sind meist lufthaltig. Das Rindenparenchym ist relativ kleinzellig und schwach kollenchymatisch verdickt. Nur die ersten Schichten unter den verkorkten Zellen, die sich an der ganzen Oberfläche des Wurzelstockes verfolgen lassen, zeigen eine etwas stärkere Verdickung. Das Markparenchym weist ungefähr dieselbe Zellgröße und Verdickung auf wie die Rinde. Nur in der Nähe von zerstreut liegenden, über das ganze Mark verteilten Kambiformbündeln nimmt die Verdickung etwas zu. In der Nähe des Vegetationspunktes fehlen diese Bündel. Sie bestehen nach den Angaben von Solereder[1]) u. Kuhlmann[2]) aus langen und engen plasmatischen Zellen, Siebröhren scheinen in ihnen zu fehlen. Sie entstehen sekundär und stehen miteinander, nicht aber mit den Strängen des Gefäßbündelringes im Zusammenhang und können sich in Gefäßbündel umwandeln. Sowohl die Rinde, als auch das Mark sind unverholzt. Die ringförmig angeordneten kollateralen Bündel zeigen ein starkes sekundäres Dickenwachstum des Sieb- und Gefäßteiles. Das Primärholz besteht aus wenigen Gefäßen, die von sehr vielen Holzparenchymzellen umgeben sind. Im Sekundärholz treten die Gefäße mehr zusammen, die Holzparenchymzellen mehr zurück. Sie zeigen ziemlich starke Verholzung. Die Beiwurzeln sind endogenen Ursprungs, sie gehen aus dem jüngeren Siebteil des Wurzelstockes hervor und durchbrechen die Rindenschichten. Der Vegetationspunkt ist im jüngsten Triebe eingesenkt und von einem flachen Wulst umgeben, auf dem die Blätter stehen. Unterhalb dieses Punktes verjüngen sich die Bündelstränge, die sich in die verschiedenen Blattanlagen verzweigen.

Das organische Ende zeigt denselben Abschluß nach außen wie die absterbenden Partien der primären Rinde. Zu äußerst liegen tote, zerfallene Gewebemassen, auf die ein wenig schichtiger Wundkork folgt, der in den ältesten Schichten lufthaltig ist. Die Parenchymzellen unter dem Abschlußgewebe sind nur wenig stärker kollenchymatisch verdickt als das übrige Paren-

1) Solereder, Anatomie der Dikotylen. Bd. II, p. 727.
2) Kuhlmann, Bau d. Stengels der Gatt. Plantago. Diss. Rostock 1887, 40 ff.

chym. Die Bündel stehen an der Endfläche, die in das Innere des Wurzelstockes stark vorgewölbt ist, etwas über.

7. 5. 15.

Der kräftige Wurzelstock ist etwa 2 cm lang und 0,9 cm dick. Er hat terminal eine Blattrosette entwickelt, deren einzelne Blättchen etwa 5 cm lang sind. Die Bewurzelung ist eine reiche, auch an den Endpartien. Das organische Ende zeigt eine kleine Höhlung und schwarzbraune Farbe, während die übrigen Zuwachsstrecken dunkelbraun gefärbt sind. Durch die Mitte des Wurzelstockes wurde eine Längsschnittserie gelegt.

Makroskopisch. Stärke: Auf Jodzusatz erscheint der jüngste Teil des Wurzelstockes in schwarzblauer Farbe. An dieser Stelle ist die Ablagerung eine maximale. Im mittleren Teile ist der Schnitt etwas weniger intensiv gefärbt. Der älteste Abschnitt ist farblos. Es sind also etwa 0,5 cm stärkefrei; 0,7 cm enthalten mittelviel und 0,8 cm am oberen Ende sehr viel Stärke.

Gerbstoff: Mark und Rinde haben eine ziemlich gleichmäßige gelbbraune Farbe, doch ist die Rinde etwas dunkler. Die Durchbruchsstellen der Beiwurzeln in der Rinde sind von dunkelbrauner Farbe. An einigen Insektenstichkanälen in der Mitte des Markes tritt eine etwas tiefere Bräunung auf. Nach dem Vegetationspunkt zu nimmt die Intensität der Färbung in Rinde und Mark zu. Auch die Blattanlagen zeigen eine dunkelbraune Farbe. Die Bündelzone des ältesten Stückes ist etwas dunkler als das Mark. Die kambiale Zone ist als dunkelbrauner Streifen in dem ganzen Wurzelstock sichtbar. Im mittleren Zuwachs sind die Bündel sehr hell gefärbt, während die Färbung nach dem Vegetationspunkt zu sich bedeutend vertieft.

Lupenbild. Stärke: Auch im ältesten Abschnitt ist noch etwas Stärke in der Rinde nachweisbar.

Gerbstoff: Wie makroskopisch. Das organische Ende zeigt eine dunkelbraune Trennungszone, vor der noch mehrere Schichten dunkelbrauner, toter Zellen liegen.

Mikroskopisch. Stärke: Kommt in vereinzelten Körnchen in Rinde und Mark und im Bündelparenchym des ältesten Triebes vor, bes. kurz hinter dem Abschlußgewebe der Endfläche. Nach dem mittleren Triebe zu nimmt die Speicherung zunächst im Bündelparenchym und in der Rinde zu. Der mittlere Zuwachs enthält mittelviel Stärke, und zwar in der Rinde und dem Bündelparenchym immer etwas mehr als im Mark. Der jüngste Trieb zeigt dann eine maximale Stärkespeicherung, selbst in den Blattanlagen und im Vegetationskegel.

Gerbstoff: Die den Abschluß bildenden Zellschichten in 6—8 Lagen sind abgestorben und enthalten meist dunkle, braune Massen. Ihre Membranen zeigen Infiltrationen. Auf die innerste dieser Schichten, die häufig lufthaltig ist, folgt ein etwa 3—4 schichtiges Korkgewebe von gelbbrauner Farbe. Das Mark führt im ältesten Abschnitt sehr gleichmäßig verteilten Niederschlag von gelblicher bis gelblich-brauner Farbe. Nur die peripheren Markzellen weisen meist in nur wenigen Schichten eine etwas dunklere Farbe auf. Auch die im Mark verteilten Kambiformbündelkomplexe sind etwas stärker gefärbt als das Grundparenchym. Die primäre Rinde ist, soweit sie nicht

abgestorben, bedeutend tiefer gefärbt als das Mark. Unter dem Wundkork folgen zunächst Zellen von schwach rötlichbrauner Farbe. Teilweise führen diese meist noch einige kleine braune Gerbstofftröpfchen. Nach dem Bündel zu nimmt die Intensität der Färbung ab. Die Bündel enthalten am organischen Ende neben rötlich-braunen homogenen Niederschlagsmassen dunkelbraune Tröpfchen sowohl im Siebteil, als auch im Gefäßteil. Der Siebteil ist im allgemeinen etwas dunkler als der Holzteil. Die kambiale Zone ist am intensivsten gefärbt und führt dunkelbraune Niederschlagsmassen. Nach dem mittleren Triebe hin nimmt die Intensität der Färbung ab, in der Regel im Holzteil mehr als im Siebteil, der bes. an den Wurzelaustrittstellen braunen Niederschlag aufweist.

Im mittleren Abschnitt ist der Niederschlag von wesentlich hellerer Farbe. Das Mark zeigt nur andeutungsweise Niederschlag in den zentralen Partien, mit Ausnahme der durch Insekten verletzten Stellen, die ziemlich dunkel gefärbt sind. Die peripheren Schichten enthalten gelblichbraunen Niederschlag. Die zerstreut liegenden Bündel sind bedeutend dunkler als das Grundgewebe. Die Rinde ist wesentlich ebenso gefärbt wie im ältesten Abschnitt. Nur an den Wurzelaustrittstellen weist der niedergeschlagene Gerbstoff dunkelbraune Färbung auf und teilweise auch tröpfige Form. Die Bündel sind nur wenig heller als im ältesten Zuwachs. Im jüngsten Abschnitt nimmt die Intensität der Färbung bedeutend zu. Das Mark zeigt zunächst ungefähr dieselbe Färbung wie am organischen Ende, die nach dem Vegetationspunkt bedeutend tiefer wird. Der Niederschlag ist dunkelbraun. In einer homogenen Grundmasse liegen tief dunkelbraune Tropfen, die besonders stark an den Blattanlagen und am Vegetationspunkt niedergeschlagen sind. Die Rinde ist bedeutend intensiver gefärbt als das Mark. Sie führt dunkelbraunen homogenen und tropfigen Niederschlag. Die Bündel enthalten hellrotbraunen Niederschlag.

14. 6. 15.

Der spitz endigende Wurzelstock trägt noch ein kleines Stück seiner Hauptwurzel. Er hat eine Länge von etwa 2 cm und eine Dicke von durchschnittlich 1 cm und ist dunkelbraun. Er ist allseitig reich bewurzelt und hat terminal eine äußerst kräftige Blattrosette und Blütenstände entwickelt. Längsschnittserie durch die Mitte des Rhizoms.

Makroskopisch. Stärke: Der älteste Trieb ist fast stärkefrei. Nur in seinem oberen Teile läßt er auf Jodzusatz in der Bündelzone und in der Rinde eine kleine schwarzblaue Partie erkennen. Der mittlere Abschnitt von etwa 0,6 cm Länge hat mittelviel Stärke, doch etwas mehr als das Maiobjekt; und zwar enthält die Rinde relativ viel. Gegen den jüngsten Teil ist der mittlere Abschnitt im Mark scharf abgesetzt. Etwa 12 mm vom Ende entfernt setzt im Mark plötzlich eine maximale Speicherung ein, und zwar zeigt nur eine etwa 3 mm breite Zone das Maximum. An dieser Stelle ist der Schnitt durch Zusatz von Jodjodkalium intensiv schwarzblau gefärbt. Danach nimmt die Stärkemenge nach dem Vegetationspunkt hin im Mark bedeutend ab, während die Rinde noch eine maximale Ablagerung aufweist.

Gerbstoff: Die Endpartie, die deutlich erkennen läßt, daß sie den Uebergang zur Hauptwurzel bildete, ist relativ hell gefärbt, fast farblos in einer

Breite von etwa 2—3 mm. Dann zeigen der älteste und der mittlere Trieb in etwa 1,2 cm Länge im Mark gelbbraunen Niederschlag. Die Rinde ist bedeutend dunkler als das Mark und weist eine dunkelbraune Färbung auf. Der jüngste Zuwachs zeigt die intensivste Bräunung. Das Mark ist braun, die Rinde dunkelbraun. Die Blattanlagen und Blattansatzstellen sind ziemlich dunkelbraun. Die Bündel zeigen in ihrem ganzen Verlaufe eine etwas hellere Färbung als im Maiobjekt. Die kambiale Zone hebt sich nicht durch besondere tiefe Bräunung ab.

Lupenbild. Stärke: Wie makroskopisch.

Gerbstoff: Etwa 12 mm vom Ende entfernt verläuft quer durch das Mark an der Grenze des mittleren und des jüngeren Abschnittes eine hellere, fast farblose Zone.

Mikroskopisch. Stärke: Der älteste Trieb zeigt in einer Länge von etwa 7 mm im Mark keine Stärkespeicherung. Nur wenige winzige Körnchen liegen verteilt in den Markzellen. Die Rinde enthält gleichfalls nur wenig Stärke. Nach dem mittleren Triebe nimmt die Ablagerung zuerst in der sekundären Rinde zu. Dann zeigt der mittlere Zuwachs eine mittlere Speicherung im Mark und der äußeren Rinde. Das periphere Mark, der Siebteil und die innere Rinde weisen eine fast maximale Speicherung auf. Dann setzt plötzlich im Mark an der Grenze des mittleren Triebes eine maximale Speicherung ein, und zwar ist die Stärke in einer etwa 3 mm breiten Zone gleichmäßig über Rinde, Mark und Siebteil verteilt. Auf diese Zone folgt bis zum Vegetationspunkt eine 3 mm breite Schicht, die in der Rinde und im Siebteil noch maximal speichert, dagegen im Mark bedeutend weniger. Die Basis der Blätter und Blattanlagen lassen eine fast maximale Speicherung erkennen.

Gerbstoff: Der älteste Abschnitt ist hell gefärbt und enthält relativ wenig Niederschlag. Die peripheren Schichten an der Oberfläche lassen in etwa 3—4 Reihen gelbbraunen homogenen Niederschlag erkennen. Die übrigen Gewebemassen in Rinde, Mark und Bündel sind in einer Ausdehnung von 2 mm Breite fast gerbstoffrei. Nur braune, tropfige Ausscheidungen kommen bes. im Bündel vor. Darauf zeigt das Mark homogenen gelbbraunen Niederschlag und bisweilen braune tropfige Massen. Die Zellmembranen lassen den Beginn einer Infiltration erkennen. Eine etwa 3 mm breite Zone zeigt diese Verhältnisse. Der mittlere Abschnitt führt im Mark ziemlich gleichmäßig verteilten Niederschlag von gelbbrauner Farbe. Nur in der Umgebung der im Mark verlaufenden Bündel vertieft sich die Farbe des Niederschlages. Die Rinde führt meist braunen, diffus verteilten Niederschlag. Häufig enthalten die Zellen auch tropfige dunkelbraune Massen. Die Bündel sind ziemlich hell und führen hellbraunen Niederschlag. Nach dem ältesten Abschnitt hin nimmt dieser eine ausgesprochene Braunfärbung an, bes. im Mark unter dem Vegetationspunkt. Kurz vor der Bündelzone, die sich nach dem Vegetationskegel hin verjüngt, nimmt die Färbung etwas zu. Die Rinde ist dunkelbraun und enthält neben homogenem Niederschlag tropfenförmige Ausscheidungen.

15. 7. 15.

Der sehr kräftige Wurzelstock hat eine Länge von 2,4 cm und eine Dicke von 1,1 cm. Er ist braun gefärbt und zeigt am organischen Ende eine unge-

fähr 0,5 cm tiefe Markhöhlung. Blätter und Blüten sind kräftig entwickelt.

Längsschnittserie mitten durch das Rhizom.

Makroskopisch. Stärke: Der absterbende, älteste Abschnitt ist bis zu der etwa 5 mm weit vom Ende entfernten neuen Trennungszone stärkefrei. Die folgende etwa 4 mm breite Zone des mittleren Abschnittes enthält mittelviel Stärke, aber mehr als die mittlere Zuwachsstrecke der Objekte vom 7. 5. 15 u. 14. 6. 15. Sie färbt sich ziemlich gleichmäßig schwarzblau auf Zusatz von Jodjodkalium. Auf diese Zone folgt eine etwa 3—4 mm breite Schicht mit maximaler Stärkespeicherung. Die Schichten vor dem Vegetationskegel enthalten in einer Breite von etwa 3 mm weniger Stärke im Mark, sehr viel in der Rinde.

Gerbstoff: Die überstehenden Bündel und Teile der Rinde und des Markes weisen eine dunkelbraune Färbung auf. Etwa 5 mm weit vom organischen Ende entfernt verläuft im Mark, noch nicht in der Rinde, die neue dunkel gefärbte Trennungszone, die in den jüngeren Teil etwas vorgewölbt ist. Der absterbende Teil zeigt schmutzig-braunen Niederschlag in Rinde und Mark. Meist ist die Rinde etwas dunkler als das Mark. Hinter der Trennungszone folgt eine 4 mm breite Zone, die heller gefärbt ist als der älteste Abschnitt. Im jüngsten Zuwachs nimmt die Intensität der Färbung wieder zu, und zwar weist das Mark schmutzigbraunen, die Rinde dunkelbraunen Niederschlag auf. Die Bündel sind im ganzen Verlaufe relativ hell gefärbt.

Lupenbild. Wesentlich wie makroskopisch.

Mikroskopisch. Stärke: Im Mark und in der Rinde des absterbenden Teiles liegen nur ganz vereinzelte Stärkekörnchen. Im Siebteil der Bündelzone liegt teilweise noch mittelviel Stärke. Der mittlere Abschnitt speichert mittelviel Stärke, in der äußeren Rinde etwas weniger. Darauf folgt eine 4 mm breite Zone, die in allen Geweben maximale Speicherung aufweist. Nach dem Vegetationspunkt hin nimmt dann diese allmählich ab, so daß anfangs mittelviel, kurz unter der Bündelzone am Vegetationspunkt relativ wenig gespeichert ist. Die Rinde zeigt im ganzen jüngsten Abschnitt eine maximale Anhäufung. Die Blattanlagen enthalten bedeutend weniger Stärke als im Objekt vom 14. 6. 15.

Gerbstoff: Unter dem braungefärbten Korkgewebe der Endfläche folgen im Mark Zellen mit dunkelbraunem bis braunem Niederschlag, der aber schnell abnimmt. Die Zellen sind teilweise zerstört oder geschrumpft. Nach dem jüngeren Teile zu folgen dann gelbbraune Partien, die häufig dunkelbraune Tropfen enthalten. Die Lücken im Markparenchym werden größer und die Zellen enthalten größere Tropfen, aber keinen diffusen Niederschlag. Kurz vor der Trennungszone vertieft sich die Färbung nur in geringem Maße. Etwa 3—4 Schichten vor dieser Zone führen neben hellbraunem homogenem Niederschlag meist tropfenförmige braune Massen. Die Trennungszone selbst, die sich aus 3—4 Schichten zusammensetzt, und schwache Verkorkung und nur hin und wieder Teilungen aufweist, enthält gelbbraunen bis hellbraunen Niederschlag. Häufig enthalten diese verkorkten Zellen Luft. Die Rinde zeigt verwaschene hellbraune Partien. Teilweise führen diese Zellen auch braune Tropfen. Die Bündel weisen in der überstehenden Partie am organischen Ende braunen

Niederschlag, häufig auch tropfige Ausscheidungen auf. Nach dem jüngeren Teile zu nimmt die Färbung ab. Die Bündel zeigen dann dieselbe Färbung wie das Mark. Der mittlere Abschnitt ist bedeutend heller gefärbt als der älteste. Die ersten 4 Zellschichten im Mark des am Leben bleibenden Teiles führen neben homogenem braunem Niederschlag auch braune Tropfen. Die peripheren Schichten des Markes sind nur wenig dunkler als das übrige gelbbraune Markparenchym. Nur hin und wieder kommen tropfige Massen vor. Die Rinde zeigt fast dieselbe Färbung wie das zentrale Mark. Die Bündel sind schwach gelbbraun bis braun. Im jüngsten Abschnitt nimmt die Färbung des Niederschlages beträchtlich zu. Das Mark zeigt hellbraunen Niederschlag und häufig dunkelbraune Tropfen. Die Rinde ist bedeutend dunkler und führt braunen homogenen und tropfigen Niederschlag. Die Bündelzone ist nur wenig dunkler als im mittleren Triebe.

13. 8. 15.

Der reich bewurzelte Wurzelstock hat eine Länge von etwa 2,3 cm und eine Dicke von 1,1 cm. Das organische Ende und der älteste Trieb sind frei von Wurzeln und ziemlich dunkelbraun gefärbt. Schnitt a, b. a) Längsschnitt durch das organische Ende von 1,5 cm Länge, b) an a anschließender Längsschnitt von 0,8 cm Länge mit dem Vegetationspunkt.

Makroskopisch. Stärke: a) Kommt im absterbenden Teile im Mark nicht vor. Nur innerhalb der Bündelzone läßt sie sich auf der konvexen Seite des Wurzelstockes fast bis zum organischen Ende verfolgen. Die neue Trennungszone ist im Mark sehr deutlich ausgebildet und wölbt sich hier stark in das Innere des lebendig bleibenden Teiles vor. Dann läuft sie an den Bündeln entlang, umschließt diese vollkommen auf der konkaven Seite, und biegt dann in der Rinde nach dem jüngeren Teile zu um. Auf der konvexen Seite endigt die Trennungszone noch blind zu beiden Seiten der Bündel. Hinter der neuen Trennungszone, die etwa 12 mm weit von der Endfläche entfernt liegt, ist die Stärke maximal gespeichert.

b) Die Stärke ist im mittleren Abschnitt und im jüngsten maximal gespeichert. Nach dem Vegetationspunkt nimmt sie dann allmählich ab, so daß in einer etwa 3 mm breiten Zone nur sehr wenig Stärke liegt. Diese Zone färbt sich auf Jodzusatz nur an vereinzelten Stellen schwach blau. Der übrige Teil des Schnittes ist ziemlich gleichmäßig schwarzblau.

Gerbstoff: a) Kurz vor der neuen Trennungszone, die etwa 12 mm von der unregelmäßig gestalteten Endfläche entfernt verläuft, befindet sich im Mark eine breite Lücke. Der absterbende Teil zeigt im wesentlichen dieselbe Färbung wie im Objekt vom 15. 7. 15. Nur die Rinde und die Bündel sind etwas tiefer gebräunt. Der am Leben bleibende Teil ist etwas dunkler als im Objekt vom 15. 7. 15. Die Bündel sind etwas heller als im absterbenden Teile.

b) Der mittlere und jüngste Trieb zeigen im wesentlichen dieselben Verhältnisse wie im Objekt vom 15. 7. 15.

Lupenbild. Wesentlich wie makroskopisch.

Mikroskopisch. Stärke: a) Wie makroskopisch.

b) Wesentlich wie makroskopisch. In der 3 mm breiten Zone unter dem Vegetationspunkt ist relativ wenig Stärke, bes. im mittleren Mark abgelagert.

An den Verzweigungsstellen der Bündel nimmt die Stärkemenge etwas zu. Oberhalb der Bündelzone ist in der Rinde kurz unter dem Vegetationspunkt relativ viel gespeichert.

Gerbstoff: a) Etwa 3—4 Schichten unter dem neuen Wundkork der Endfläche führen homogenen braunen und auch tropfigen Niederschlag. Sonst ist das Mark des absterbenden Teiles gelblichbraun und wird nach der Trennungszone zu bedeutend heller. Die Gerbstofftropfen verschwinden dann allmählich. Vor der neuen Trennungszone liegt in etwa 25 Zellschichten nur noch andeutungsweise Niederschlag. Die Zellen sind hier weniger prägnant als im älteren Teile, wo sie noch durchaus den Eindruck lebendiger Zellen machen. Die Rinde des absterbenden Teiles enthält am Ende dunkelbraunen, homogenen und tropfigen Niederschlag, der nach dem jüngeren Teile zu allmählich heller wird. Teilweise ist Verwaschung und Zerstörung des Rindenparenchyms eingetreten. Die Bündel zeigen eine dunkelbraune bis braune Färbung. Die Trennungszone weist im wesentlichen denselben Bau und dieselbe Verteilung wie im Objekt vom 15. 7. 15 auf. Im am Leben bleibenden Teile folgen unter dem Wundkork der Trennungsfläche zunächst 3—4 braune Schichten, sonst ist das Mark und die Rinde ziemlich gleichmäßig schmutzig gelbbraun gefärbt.

b) Der an a anschließende Teil ist in Rinde und Mark relativ hell, gelblichbraun und enthält nur wenige Tropfen. Nach dem jüngeren Teile nimmt dann der Niederschlag eine dunklere Färbung an und zeigt auch tropfige Form. Die Blattanlagen sind dunkelbraun, die Bündel relativ hellbraun. Die Rinde ist im jüngsten Zuwachs stets dunkler als das Mark. Nach dem Vegetationspunkt zu nimmt der Niederschlag bedeutend zu.

Zusammenfassung.

Der mit einer Hauptwurzel endigende, vertikal gestellte Wurzelstock ist ziemlich fleischig und allseitig bewurzelt. Die Hauptwurzel stirbt im 3. Jahre ab. Der Wurzelstock setzt sich dann aus 3 Trieben zusammen, von denen der älteste im Absterben, der jüngste in der Entwicklung begriffen ist. Aeußerlich sind die einzelnen Zuwachsstrecken nicht kenntlich, mit Ausnahme der ältesten, die meist keine Beiwurzeln mehr besitzt. Aus dem jüngsten Triebe gehen eine terminal entwickelte Blattrosette und axilläre Blütenstände hervor. Der Wurzelstock ist in der Regel schmutzigbraun gefärbt. Nur die absterbenden Partien zeigen eine dunklere Färbung.

In dem rundlichen Querschnitt zeigt das Mark etwa die doppelte Ausdehnung wie die primäre Rinde. Zwischen beiden Geweben liegen ringförmig angeordnet zahlreiche kollaterale Bündel, die mehr oder weniger weit voneinander getrennt sind durch primäre Markstrahlen. Die Rinde schließt in der Jugend mit einer Epidermis ab, die aber bald abstirbt. Dann entwickelt sich etwa 4—10 Schichten unterhalb der Epidermis aus Rindenparenchymzellen ein wenigschichtiger Wundkork. Das Rindenparenchym ist schwach kollenchymatisch verdickt. Nur die ersten Schichten unter dem Wundkork lassen stärkere Verdickung erkennen. Das Markparenchym ist wie die Rinde schwach verdickt und nicht verholzt. Nur in der Nähe der im Mark zerstreut

liegenden Kambiformbündel ist die Verdickung etwas stärker. Diese Bündel bestehen aus langgestreckten, engen plasmareichen Zellen, Siebröhren scheinen nach den Angaben von Solereder und Kuhlmann nicht vorhanden zu sein. Sie stehen untereinander in Verbindung, nicht aber mit den Leitbündeln des Gefäßbündelringes. Diese zeigen ein starkes sekundäres Dickenwachstum. Das Primärholz besteht aus wenigen Gefäßen und zahlreichen Holzparenchymzellen. Im Sekundärholz treten diese parenchymatischen, verholzten Zellen mehr zurück und die Gefäße mehr zusammen. Aus dem jüngeren Siebteil heraus durchbrechen die Beiwurzeln die Rindenschichten. Der Vegetationspunkt des jüngsten Triebes ist etwas eingesenkt und wird von einem schwachen Wulst umgeben, auf dem die Blätter, bzw. die Blattanlagen stehen.

Die organische Endpartie weist als Abschluß nach außen einen Wundkork von derselben Bildung und Ausgestaltung auf wie die Rinde an der Oberfläche. Die parenchymatischen Zellen unter dem Wundkork sind an den Ecken nur wenig stärker kollenchymatisch verdickt als das übrige Parenchym. Die Endfläche ist in das Innere des Wurzelstockes ziemlich weit vorgewölbt.

Die neue Trennungszone wird zunächst nur im Mark angelegt und besteht anfangs aus etwa 3—4 Zellschichten, deren Membranen verkorken. Nur hin und wieder kommen Teilungen parallel zur Oberfläche innerhalb dieser Schichten vor. Später entstehen auch in der Rinde trennende Schichten. Die Anlage der Trennungszone erfolgt etwa Mitte Juli. Im August ist sie fertig ausgebildet.

Stärke wird in sehr reichlicher Menge im Wurzelstock gespeichert, und zwar speichern das Mark und die Rinde in gleicher Mengenverteilung. Die einzelnen Triebe verhalten sich in bezug auf die Intensität der Speicherung verschieden. Der älteste Trieb enthält sehr wenig Stärke, der mittlere Zuwachs mittelviel, der jüngste stets maximale Mengen.

Die Verteilung des durch Kaliumbichromat niedergeschlagenen Gerbstoffs ist eine ungleiche. Das Mark enthält stets weniger Niederschlag als die Rinde. Die Intensität der Färbung wechselt in den einzelnen Zuwachsstrecken, und zwar ist der mittlere Abschnitt in der Regel bedeutend heller als der älteste und der jüngste, der wieder dunkler als der älteste, absterbende ist. Die Bündel enthalten relativ wenig Niederschlag.

Das Absterben des ältesten Triebes erfolgt im Laufe der sommerlichen Entwicklungsperiode und ist begleitet von Zustandsänderungen der Inhaltsmassen. In den ersten beiden untersuchten Objekten vom 7. 5. 15 u. 14. 6. 15 enthält der älteste Trieb noch sehr wenig Stärke, die mit Ausbildung der neuen Trennungszone in den späteren Stadien schließlich vollständig verschwindet. Der mittlere Trieb speichert mittelviel Stärke, doch ist vom Mai bis zum Juni und Juli, bzw. August eine Zunahme der Menge zu verzeichnen, so daß im Objekt vom 13. 8. 15 eine fast maximale Speicherung im mittleren Triebe zu bemerken ist. Die Zunahme erfolgt immer im peripheren Mark und der inneren Rinde zuerst und verbreitet sich dann über sämtliche Gewebe. Der jüngste Zuwachs zeigt in den ersten beiden Stadien überall eine maximale Speicherung. In den letzten Stadien tritt aber eine Differenzierung insofern ein, als eine etwa 3 mm breite Zone in Rinde, Mark und Siebteil eine maximale Speicherung zeigt, während eine andrer Teil in einer Breite von etwa 3—4 mm

unter dem Vegetationspunkt eine beträchtliche Abnahme aufweist. Die Rinde speichert in dieser Region noch maximal.

Der Niederschlag zeigt im ältesten Abschnitt des Objektes vom 7. 5. 15 im Mark gelbliche bis gelblichbraune Farbe, in der Rinde etwas tiefere Färbung und auch tropfige Form. Die Bündel sind rötlichbraun. Im Objekt vom 14. 6.15 ist der Niederschlag etwas heller und zeigt im wesentlichen dieselbe Verteilung. Die Membranen der Rinden- und Markparenchymzellen lassen schon Infiltrationen erkennen. Im folgenden Stadium vom 15. 7. 15 ist eine Zunahme der Färbung zu verzeichnen. Die Zellen des Markes sind teilweise geschrumpft und zerstört. In der Rinde treten große verwaschene Gewebekomplexe auf. Auch die Bündel zeigen eine tiefere Färbung als sonst. Im Objekt vom 13. 8. 15 zeigt der älteste Zuwachs im wesentlichen dieselben Verhältnisse. Aber kurz über der Trennungszone sind etwa 25 Zellschichten fast gerbstoffrei. In der Rinde sind größere Gewebemassen verwaschen und teilweise zerstört.

Der mittlere Trieb ist in allen Stadien am hellsten gefärbt. Das Mark zeigt am 7. 5. 15 nur andeutungsweise Niederschlag, während die Rinde gelblichbraun ist. Im Objekt vom 14. 6. 15 nimmt die Färbung etwas zu, bes. in der Rinde, während am 15. 7. 15 Rinde und Mark sehr hell gefärbt sind. Am 13. 8.15 zeigt der mittlere Trieb dieselbe Färbung wie am 15. 7. 15. Die Bündel sind im allgemeinen etwas heller als im ältesten Triebe.

Der jüngste Trieb ist fast stets am intensivsten gebräunt. In den einzelnen Stadien schwankt die Färbungsintensität sehr wenig. Hervorzuheben ist nur, daß die Rinde stets dunkler ist als das Mark und die Bündel.

Aegopodium Podagraria L.

Morphologie. Die wagerecht kriechenden, ziemlich langen Ausläufer liegen etwa 5 cm tief im Boden. Sie treiben zu Beginn der Vegetationsperiode eine oberirdische Blattrosette und am vorderen Ende kleine junge Ausläufer, die im Laufe des Sommers ihre definitive Länge erlangen und im nächsten Jahre ihrerseits wieder Rosette und Ausläufer entwickeln. Durch das Absterben der vorjährigen Ausläufer werden die jungen selbständig.

Anatomie [1]). Der Querschnitt ist kreisrund. Das Mark ist bedeutend stärker entwickelt als die Rinde, die anfangs mit einer Epidermis abschließt. Diese wird jedoch frühzeitig durch ein mehrschichtiges Korkgewebe ersetzt, das aus dem Hypoderm hervorgeht. Die hypodermalen Schichten zeigen meist eine relativ starke kollenchymatische Verdickung und sind kleinzelliger als das übrige Rindenparenchym. Innerhalb dieses kollenchymatischen Gewebes liegen zahlreiche Oelgänge. Die kollateralen Bündel sind ringförmig angeordnet. Ihre Zahl schwankt zwischen 9 und 15. Das faszikulare Kambium entwickelt sehr wenige verholzte, weitlumige Gefäße und zartwandiges, unverholztes Holzparenchym, dagegen ein mächtiges Phloem mit gut ausgeprägtem Faserbelag, dessen Faserelemente in den jüngeren Teilen nur schwach kollenchymatisch verdickt und unverholzt sind. In den älteren Teilen nimmt diese kollenchymatische Verdickung beträchtlich zu. Zwischen den einzelnen Bündeln hat sich ein interfascikulares Kambium entwickelt, das nach innen einen

1) Vgl. Bennecker, Diss. Göttingen 1915, S. 113 und Haupt, zitiert bei Bennecker.

ziemlich stark verdickten Libriformring erzeugt. Anfangs ist dieser kollenchymatisch verdickt und unverholzt. Später stellen sich in den innersten Schichten einzelne stark verholzte Zellen ein, die schließlich den ganzen Raum zwischen den Gefäßteilen ausfüllen. Das sekundäre Dickenwachstum ist äußert gering. Das Mark ist zartwandig und ziemlich großzellig. Frühzeitig stirbt das mittlere Markparenchym ab, so daß eine ziemlich große Markhöhlung entsteht. Außer den oben erwähnten Oelgängen kommen auch zahlreiche vor den einzelnen Siebteilen und im Mark vor den Gefäßteilen vor.

Das organische Ende ist ziemlich unregelmäßig gestaltet und schließt mit einem wenigmächtigen Korkgewebe ab, das sich meist unter einem Knoten befindet. In der Regel ist das Mark abgestorben und weist eine Höhlung auf, die sich bis zur nächsten, wenige mm von der Endfläche entfernten Knotenpartie erstreckt. Die peripheren Markschichten sind noch lebendig und haben einen Wundkork gebildet, der sich an den Wundkork der Oberfläche anschließt.

Stärke wird in reichlicher Menge in der Rinde und im Siebteil, sowie in den lebendigen peripheren Markschichten gespeichert. Im Parenchym des Siebteiles kommt relativ wenig Stärke vor, die in den anderen Geweben ziemlich gleichmäßig verteilt ist. In den Knotenpartien ist die Speicherung stets maximal, desgl. in der inneren Rinde.

Die Gerbstoffausfällung ist im ganzen Ausläufer sehr gering. Der Niederschlag zeigt eine hellgelbe oder hellbraune Farbe und findet sich vor allem in den hypodermalen Schichten und in der Umgebung der Oelgänge. Auch das Gefäßparenchym zeigt meist gelblichen Niederschlag, desgl. die Zellen an den Diaphragmen der Knoten. Das übrige Rindenparenchym, die Siebteile und das Mark sind ziemlich gerbstoffrei und farblos. Am organischen Ende führen die Zellen des Wundkorkes und wenige Schichten des darauffolgenden Parenchyms gelblich-braunen Niederschlag.

13. 5. 14.

Der kräftige 21 cm lange Ausläufer hat eine üppige Blattrosette entwickelt und ist gelblichbraun gefärbt. Schnitt a—d. a: Längsschnitt durch die Endpartie; 1,4 cm lang. b: Querschnitt, der an a anschließt. c, d: aufeinander folgende Längsschnitte von 1,5 bzw. 1,8 cm Länge. e: Querschnitt aus dem oberen Ende.

Makroskopisch, b) Stärke: Kommt in der inneren Rinde viel vor, weniger im Mark und in der peripheren Rinde. Auf Jodzusatz färbt sich der ganze Schnitt, mit Ausnahme der peripheren Rinde und der Bündelzone, ziemlich gleichmäßig schwarzblau.

Gerbstoff: Die periphere Rinde ist hellbraun bis gelbbraun gefärbt. Die Gefäßteile zeigen gelblichbraunen Niederschlag.

a) Stärke: Wesentlich wie in b.

Gerbstoff: Das organische Ende ist in wenigen Zellschichten braun gefärbt. Sonst gleicht die Verteilung und Färbung der Niederschlagsmassen der des Schnittes b.

c) Stärke: Ist etwas mehr abgelagert als in a.

Gerbstoff: Wesentlich wie in b.

d) Stärke: Wesentlich wie b, nur die Knotenpartie zeigt auch in der peripheren Rinde eine maximale Speicherung.

Gerbstoff: Wie in b.

e) Stärke: Im peripheren Mark und in der inneren Rinde ist die Speicherung eine maximale. Die periphere Rinde enthält mittelviel Stärke. Die Färbung auf Zusatz von Jod ist ziemlich gleichmäßig schwarzblau.

Gerbstoff: Die Färbung der peripheren Rinde und des Gefäßteiles ist bedeutend schwächer als in b.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch. b) Stärke: Wie makroskopisch.

Gerbstoff: Der oberflächliche Kork und die hypodermalen Schichten führen gelblich- bis hellbraunen Niederschlag in diffuser Verteilung. Die mittleren und inneren Rindenschichten sind gerbstoffrei und farblos. Nur an den Oelgängen zeigen die Parenchymzellen dieselbe Färbung wie in der äußeren Rinde. Der Gefäßteil ist schwach gelblichbraun. Das Mark und der Siebteil sind farblos.

a) Das organische Ende schließt mit einer Knotenpartie ab, unter der nach außen ein etwa 2—3 schichtiger Wundkork liegt.

Stärke: Im Knoten liegt ziemlich viel Stärke, die über Mark und Rinde gleichmäßig verteilt ist. Sonst zeigt der Schnitt dieselbe Verteilung wie in b.

Gerbstoff: Die Zellen unter dem Wundkork der Endfläche zeigen in wenigen Schichten gelblich-braunen Niederschlag. Sonst ist die Verteilung und Färbung des Niederschlages wie in b. An einer Wundstelle in der Rinde ist die Färbung etwas tiefer.

c) Stärke: Wie in b.

Gerbstoff: Wesentlich wie in b. Die Bündel und die Oelgänge sind etwas dunkler als in b.

d) Stärke: Kommt etwas mehr vor als in b. Die peripheren Schichten der Rinde enthalten mittelviel, die innere Rinde und das Mark, soweit es erhalten ist, enthalten viel Stärke. Eine maximale Anhäufung derselben findet sich in der Knotenpartie.

Gerbstoff: Wie in b.

e) Stärke: Ist etwas stärker abgelagert als in b, auch in der äußeren Rinde.

Gerbstoff: Wie in b.

Zusammenfassung. Stärke ist in reichlicher Menge im ganzen Ausläufer gespeichert und ziemlich gleichmäßig über Rinde und Mark verteilt. Nur die hypodermalen Schichten führen am organischen Ende sehr wenig, in den jüngeren Teilen mittelviel Stärke. Die innere Rinde und das periphere Mark speichern viel.

Gerbstoff ist im ganzen Ausläufer ziemlich wenig niedergeschlagen und findet sieh im hypodermalen Gewebe, im Parenchym, das die Oelgänge umschließt, und im Gefäßteil. Die Färbung ist ziemlich gleichmäßig ein helles gelbliches Braun.

24. 6. 14.

Der 16 cm lange und 0,3 cm dicke, kräftige Ausläufer zeigt 5 Internodien von ungefähr gleicher Länge. Der oberirdische Trieb ist äußerst kräftig ent-

wickelt und zeigt einen blühenden Stengel. Die Farbe des Ausläufers, der organisch endigt, ist die gleiche wie im Maiobjekt. Schnitt a—d: a—c) Aneinander schließende Längsschnitte der Endpartie von 1,5, bzw. 1,5 und 1 cm Länge. d) Dieser Längsschnitt wurde der Spitzenregion des Ausläufers entnommen.

Makroskopisch, a) Stärke: Kommt oberhalb der Knotenpartie des organischen Endes in derselben Menge und Verteilung vor wie im Objekt vom 13. 5. 14.

Gerbstoff: Die Endpartie von etwa 4 mm Länge zeigt bis zur folgenden Knotenpartie eine ziemlich intensive gelbbraune Farbe. Sonst entspricht die Verteilung und Färbung des Niederschlages im allgemeinen der des Maiobjektes. Nur die Bündelzone ist etwas heller.

b) Stärke: Wie in a.

Gerbstoff: Wie im jüngeren Teile von a.

c, d) Wesentlich wie b.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) Stärke: Die 5 mm breite, z. T. abgestorbene Zone führt nur in der inneren Rinde und im Mark relativ viel Stärke. Im jüngeren Teile liegen die Verhältnisse wie im Maiobjekt.

Gerbstoff: Die abgestorbene Zone enthält in Rinde und Mark nur in den peripheren Schichten gelblichen bis braunen Niederschlag. Die Bündel sind im Gefäßteil gleichfalls gelbbraun. Die oberflächlichen Korkschichten sind teilweise lufthaltig. Zum Teil führen sie auch gelblichbraunen Niederschlag. Die lebendigen Gewebemassen zeigen im wesentlichen dieselben Verhältnisse wie im Objekt vom 13. 5. 14.

b—d) Zeigen die gleichen Färbungen und dieselbe Intensität der Stärkespeicherung wie im Objekt vom 13. 5. 14.

Zusammenfassung. Gegenüber dem Maiobjekt sind keine Unterschiede in der Ausfällung des Niederschlages, seiner Färbung und in der Stärkespeicherung zu verzeichnen.

25. 7. 15.

Der kräftige, gelblich-braune Ausläufer hat einen kräftigen oberirdischen Trieb und eine Infloreszenz entwickelt. Er hat eine Länge von 23,5 cm und eine Dicke von 0,3 cm. Der Ausläufer endigt organisch. Schnitt a—e. a, b) Aufeinanderfolgende Längsschnitte von je 1,5 cm Länge durch die Endpartie. c—e) Querschnitte, von denen c an b anschließt und d etwa 10 cm, e 20 cm vom Ende entfernt dem Ausläufer entnommen wurde.

Makroskopisch, a) Stärke: Die Ablagerung ist in sämtlichen Teilen der Rinde und des Markes eine maximale. Der Schnitt färbt sich auf Jodzusatz gleichmäßig schwarzblau.

Gerbstoff: Am organischen Ende ist das Mark hohl und bis zur Knotenpartie, die etwa 0,7 cm vom Ende entfernt ist, am Rande gelbbraun gefärbt. Sonst entspricht die Färbung und Verteilung des Niederschlages derjenigen des Maiobjektes.

b) Stärke: Wie in a.

Gerbstoff: Wie in a.

c—e) Wesentlich wie a.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a—e). Das organische Ende zeigt wieder den typischen Abschluß durch einen Wundkork, der in der Markhöhlung die peripheren Schichten bedeckt. Dieser Wundkork und wenige Schichten der unter ihm liegenden Zellreihen des Parenchyms, sowie die Bündel der Endfläche zeigen braunen Niederschlag. Sonst ist die Ausfällung des Gerbstoffes und die Stärkespeicherung in sämtlichen Schnitten die gleiche wie im Maiobjekt.

Zusammenfassung. Gegenüber dem Maiobjekt sind keine Unterschiede in der Verteilung und Färbung der Niederschlagsmassen und der Stärke zu verzeichnen.

7. 8. 15.

Der kräftige, 23 cm lange Ausläufer endigt organisch und ist am Ende in einer Länge von etwa 4 cm ziemlich intensiv gebräunt. Der übrige Teil des Ausläufers läßt einen gelblichbraunen Farbenton erkennen. Schnitt a—f. Die Längsschnitte a—d schließen aneinander und haben eine Länge von 1 bzw. 1,5; 1,4 und 1 cm; e und f sind Querschnitte, die etwa 10 bzw. 18 cm vom organischen Ende dem Ausläufer entnommen wurden.

Makroskopisch, a) Stärke: Liegt nur in der inneren Rinde, wo sie in geringeren Mengen als im Mai und Juni gespeichert ist.

Gerbstoff: Gegenüber den bisher untersuchten Objekten ist eine Zunahme der Gerbstoffausfällung und Färbung derselben unverkennbar. Mark, Rinde und Bündel zeigen braunen bis rotbraunen Niederschlag.

b) Stärke: Kommt etwas mehr vor als in a.

Gerbstoff: Wesentlich wie in a.

c) Stärke: Sie nimmt bes. nach der Knotenpartie, die in der Mitte des Schnittes liegt, zu. Es ist relativ viel in der zentralen Rinde vorhanden, wenig im Mark, soweit dieses erhalten ist.

Gerbstoff: Wie in a.

d) Stärke: Ist in Rinde und Mark maximal gespeichert.

Gerbstoff: Ist bedeutend heller als in c.

e) Stärke: Wesentlich wie in d.

Gerbstoff: Die Färbung ist etwas heller als in d.

f) Stärke: Wie in d.

Gerbstoff: Wie in e.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) Stärke: Liegt relativ wenig nur in der inneren Rinde.

Gerbstoff: Das organische Ende zeigt eine kleine Höhlung im Mark, die allem Anscheine nach durch Tierfraß entstanden ist. Die Zellen der Endfläche sind abgestorben und zeigen ziemlich dunkel- bis rotbraunen Niederschlag. Sonst zeigt der Schnitt ziemlich intensive Färbung, und zwar sind die Rinde und die Bündel braun bis dunkelrotbraun, die peripheren Schichten des Markes dunkelbraun.

b) Stärke: Es liegt etwas mehr Stärke in der Rinde und im peripheren Mark als in a.

Gerbstoff: Die Verteilung und Färbung des Niederschlages entspricht derjenigen von a.

c) Stärke: Kommt im Mark nur in vereinzelten Körnchen vor. Unter dem Diaphragma liegt etwas mehr Stärke in dem peripheren Markparenchym. Die Rinde zeigt dieselben Verhältnisse wie in a.

Gerbstoff: Im allgemeinen weisen Rinde und Bündel dieselbe Färbung auf wie in a. Nur im Mark ist eine Aufhellung der Zellen zu verzeichnen. Im älteren Teile hat sich unterhalb der Knotenpartie und in äußeren Partien des Markes ein wenigschichtiger Wundkork entwickelt. Die Zellen dieses Korkes sind z. T. lufthaltig, z. T. führen sie hellbraunen Niederschlag, der bes. in den Zeilen hinter dem Kork nach dem Knoten hin zu erkennen ist. Die Zellen am Diaphragma enthalten dunkelbraunen, klumpigen Niederschlag. Hinter dem Knoten nimmt die Färbung des Niederschlages in allen Geweben ab.

d) Stärke: Wie in a.

Gerbstoff: Die Färbung und Verteilung des Niederschlages entspricht derjenigen der jüngeren Stadien.

e) Stärke: In den hypodermalen Schichten kommt keine Stärke vor. Die innere Rinde und das periphere Mark zeigen eine maximale Speicherung.

f) Wesentlich wie e.

Zusammenfassung. Etwa 3,5 cm des organischen Endes sind im Absterben begriffen und zeigen gegenüber den Objekten vom Mai, Juni und Juli Veränderungen der Inhaltsmassen bis zu einem Wundkork, der vor dem 3,5 cm vom Ende entfernten Diaphragma ausgebildet ist. Stärke kommt in den absterbenden Teilen nur noch in relativ geringer Menge vor. Im lebendig bleibenden Ausläufer ist die Verteilung wie im Maiobjekt.

Die absterbenden Partien zeigen eine bedeutende Zunahme des Niederschlages und der Intensität seiner Färbung. Auch im am Leben bleibenden Teile ist die Färbung etwas tiefer als im Maiobjekt. Die jüngsten Partien weisen aber im allgemeinen dieselbe Färbung auf wie in den bisher untersuchten Stadien.

2. 9. 15. I. Objekt.

Der absterbende vorjährige Ausläufer hat eine Länge von 9 cm. Die Endpartie zeigt in einer Ausdehnung von ungefähr 4 cm eine ziemlich dunkelbraune Farbe, während der jüngere Teil gelblichbraun gefärbt ist. An der Spitze des Ausläufers hat sich ein etwa 8,5 cm langer, hellgelb gefärbter neuer Ausläufer entwickelt. Schnitt a—g: Aufeinander folgende Längsschnitte von 1,5 bezw. 1,5—1—1—1,2—1,3—1 cm Länge.

Makroskopisch, a) Die Endpartie ist zum größten Teile zerfallen. Auf einer Seite stehen die Bündel weit über das übrige Gewebe hinaus.

Stärke: Kommt mit Ausnahme der Endpartie von 6 mm Länge in Rinde und Mark in gleichmäßiger Verteilung vor. Der Schnitt färbt sich intensiv schwarzblau.

Gerbstoff: Die Färbung des Schnittes entspricht der vom 7. 8. 15.

b) Stärke: Die Rinde zeigt eine maximale Speicherung, während im Mark sehr wenig Stärke liegt.

Gerbstoff: Wie in a.

c, d) Stärke: Wie in b.

Gerbstoff: Wie in a.

e) Stärke: Wie in b.

Gerbstoff: Die Färbung gleicht der von a. Das Mark ist tot. Das Diaphragma des Knotens ist intensiv dunkelbraun gefärbt.

f) Stärke: Die Ablagerung ist in Rinde und Mark eine maximale.

Gerbstoff: Der Niederschlag in der Rinde zeigt eine hellbraune Färbung, ebenso in der Bündelzone. Die Färbung ist nur wenig intensiver als in den jüngeren Teilen der anderen Objekte.

g) Wesentlich wie f.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) Die Endpartie ist durch Tierfraß ziemlich weit zerfallen. Ein Teil der Bündel und der Rinde steht am Ende etwas über. Die peripheren Schichten sind tot und zerfallen.

Stärke: Liegt viel in der inneren Rinde, bes. am Diaphragma. Das Mark enthält sehr wenig.

Gerbstoff: Die hypodermalen Schichten enthalten dunkelbraunen Niederschlag. Die innere Rinde ist etwas heller gefärbt. Nur die innersten Schichten zeigen dunkelbraunen, teilweise klumpigen Niederschlag, desgl. die Bündel. Am Diaphragma des Knotens liegt in der inneren Rinde kein Niederschlag. Durch eine Verwundung ist im Knoten eine Höhlung entstanden, die von einem Wundkork begrenzt wird. Das Mark zeigt, soweit es erhalten ist, dieselbe Färbung wie die Rinde.

b) Stärke: Wesentlich wie in a.

Gerbstoff: Die Rinde und die Bündel weisen dieselbe Färbung auf wie in a. Das Mark ist im Absterben begriffen und zeigt peripher Teilungen und braunen Niederschlag.

c, d) Wie b.

e) Stärke: Liegt in der inneren Rinde und dem peripheren Mark in maximaler Anhäufung. Die hypodermalen Schichten enthalten wenig. Die in Teilung begriffenen Zellen des Markes sind stärkefrei.

Gerbstoff: Der absterbende Teil, der bis zu dem in der Mitte des Schnittes liegenden Diaphragma reicht, zeigt im wesentlichen dieselbe Färbung wie a. Vor dem Diaphragma hat sich im Mark ein etwa 3—4 schichtiger Wundkork gebildet, der das ganze erhaltene Markparenchym abschließt. Die Zellen des Wundkorkes sind relativ dunkelbraun gefärbt. Die Zellen unter dem Wundkork sind relativ hellbraun. Die Bündelzone ist hellbraun bis gelblichbraun.

f, g) Wesentlich wie in den jüngeren Teilen der früheren Stadien.

Zusammenfassung. Die Verteilung der Stärke und des Gerbstoffes gleicht im wesentlichen derjenigen des Objektes vom 7. 8. 15. Auch die Färbung entspricht der des Augustobjektes.

II. Objekt.

Der kräftige, ungefähr 17,5 cm lange und 0,3 cm dicke Ausläufer ist im unteren Teile ziemlich braun gefärbt. Der obere Teil ist etwas heller, aber doch wesentlich dunkler als in den früheren Stadien, und endigt mit einer kräftigen Blattrosette. Schnitt a—k. a) 1 cm langer Längsschnitt durch die Endpartie. b) Auf a folgender Querschnitt. c) 1,8 cm langer, an b an-

schließender Längsschnitt. d) An c anschließender Querschnitt. e, f) 1,7 bzw. 1,5 cm lange Längsschnitte, die aufeinander folgen und an d anschließen. g) An f anschließender Querschnitt. h) 1,5 cm langer an d anschließender Längsschnitt. i, k) Querschnitte, die 12,5 bzw. 16,5 cm vom organischen Ende entfernt sind.

Makroskopisch, b) Stärke: Ist makroskopisch nicht nachweisbar.

Gerbstoff: Die Rinde ist hellbraun, die Bündelzone braun. Das Mark zeigt eine große Höhlung.

a) Stärke: Wie in b.

Gerbstoff: Das Mark ist am organischen Ende durch Tierfraß zerstört. Die Rinde und Bündel stehen über und zeigen eine ziemlich intensive braune Färbung.

c—e) Stärke und Gerbstoff wie in b.

f) Stärke: Mitten durch den Schnitt geht ein Diaphragma. Der ältere Teil unter diesem Diaphragma enthält keine Stärke mehr, über dem Diaphragma liegt in der inneren Rinde und dem peripheren Mark relativ viel. An diesen Stellen ist der Schnitt schwarzblau gefärbt bei Jodzusatz.

Gerbstoff: Die Verteilung und Färbung des Niederschlages entspricht im wesentlichen der des Schnittes b. Das Mark des älteren Teiles, der vor dem Diaphragma liegt, ist ziemlich intensiv gebräunt.

g) Stärke: Wesentlich wie im jüngeren Teile von f.

Gerbstoff: Rinde und Bündelzone sind etwas heller als in g.

h) Wie g.

i, k) Stärke: Ist maximal gespeichert, und zwar ist in der inneren Rinde und im peripheren Mark sehr viel, etwas weniger in der äußeren Rinde abgelagert. Der ganze Schnitt ist auf Jodzusatz ziemlich gleichmäßig schwarzblau gefärbt.

Gerbstoff: Die Rinde ist bedeutend heller als in g und h. Die Bündel zeigen ungefähr dieselbe Färbung, ebenso das periphere Mark.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, b) Stärke: Kommt nur in ganz vereinzelten Körnchen in der inneren Rinde und dem erhalten gebliebenen peripheren Mark vor.

Gerbstoff: Die äußere Rinde ist ziemlich gleichmäßig hellbraun gefärbt. Die innersten Schichten an den Bündeln zeigen braunen Niederschlag, desgl. die die Oelgänge einschließenden Zellen. Das Parenchym des Holzteiles und einige Gefäße, sowie die Zellen des Libriformringes sind ziemlich intensiv braun. Die peripheren Schichten des Markes an den Bündeln zeigen dieselbe Färbung wie die inneren Rindenzellen. Sonst sind das Mark und auch die Siebteile ziemlich hellbraun. Nur an vereinzelten Wundstellen des Markes ist der Niederschlag ziemlich intensiv rotbraun.

a) Stärke: Wie in b.

Gerbstoff: Die Rinde und auch die Bündel sind ziemlich intensiv gebräunt am organischen Ende. Das Parenchym ist in den äußersten Schichten lufthaltig und zeigt Infiltrationen der Membranen. Nach dem Innern zu nimmt die Färbung unterhalb der lufthaltigen Zellen zunächst ab und dann wieder zu und zeigt eine ziemlich intensive Bräunung in den Bündeln und der Rinde. Das

Mark ist zum größten Teil durch Tierfraß zerstört. Sonst zeigt es im wesentlichen dieselbe Färbung wie die Rinde.

c) Stärke: Wie in b.

Gerbstoff: Wie in b.

d, e) Wesentlich wie b.

f) Stärke: Im absterbenden Teile liegen in der inneren Rinde und im peripheren Markparenchym vereinzelte Stärkekörner. Kurz unter dem Diaphragma nimmt dann die Stärkemenge in der inneren Rinde beträchtlich zu. Das Diaphragma selbst und die angrenzenden Teile des Markes enthalten fast keine Stärke mehr, nur im Mark des am Leben bleibenden Teiles hinter dem Diaphragma liegen vereinzelte Körner. Die Rinde der Knotenpartie führt ziemlich viel Stärke, bes. in der Nähe der Bündel. Im lebendig bleibenden Teile kommt relativ viel Stärke in der inneren Rinde und im peripheren Mark vor. Die hypodermalen Schichten sind fast stärkefrei.

Gerbstoff: Der Niederschlag zeigt im allgemeinen dieselbe Färbung und Verteilung wie in b. Im älteren Teile ist das Mark in den Zellen, die an die Markhöhlung grenzen, ziemlich dunkelbraun bis rotbraun gefärbt. Diese Zellen zeigen auch Infiltrationen; Teilungen treten nicht auf.

g) Stärke: Im wesentlichen wie im jüngeren Teile von f.

Gerbstoff: Die hypodermalen Schichten weisen eine schwache hellbraune Färbung auf, bes. an den Oelgängen. Die mittleren Schichten sind noch etwas heller, während die innersten Rindenschichten und das periphere Mark hellbraun gefärbt sind. Die Gefäßteile sind schwach hellbraun, die Siebteile fast farblos.

h) Wesentlich wie g.

i, k) Stärke: Die innere Rinde und das periphere Mark speichern fast maximal. Die äußere Rinde enthält sehr wenig Stärke.

Gerbstoff: Die Färbung gleicht im wesentlichen der des Schnittes g. Nur das mittlere Rindenparenchym und die Gefäßteile sind gerbstoffrei.

Zusammenfassung. Im Vergleich zum Objekt I vom 2. 9. 15 ist die Speicherung der Stärke bedeutend geringer. Die Teile, die absterben werden, aber noch meist lebendig sind, enthalten nur noch ganz vereinzelte Stärkekörnchen. Im am Leben bleibenden Teile nimmt die Stärke plötzlich hinter der Knotenpartie, bis zu welcher das Absterben erfolgen wird, zu. Mit Ausnahme der äußeren Rinde, die fast stärkefrei ist, zeigen die innere Rinde und das periphere Mark relativ viel Stärke. Diese nimmt dann nach dem jüngeren Teile hin stetig zu und erreicht kurz vor dem vorderen Ende ihr Maximum in Rinde und Mark, mit Ausnahme der äußeren Rinde, die mittelviel speichert.

Die Färbung des Niederschlages ist im ältesten Teile heller als im gleichen des Objektes I vom 2. 9. 15. Im jüngeren Teile ist die Färbung etwas dunkler als im Objekt I, bes. im Gefäßteil und in den innersten Schichten der Rinde und in den peripheren Markschichten.

Zusammenfassung.

Die unterirdisch kriechenden Ausläufer treiben im Frühjahr eine Blattrosette und den blühenden Stengel, und am vorderen Ende kleine neue Aus-

läufer, die im Laufe des Sommers ihre definitive Größe erreichen und überwintern, um im nächsten Frühjahr ihrerseits Rosette und Ausläufer zu bilden. Die Ausläufer, die ihre definitive Größe erreicht haben, sind verhältnismäßig lang und ziemlich dünn. Sie sind hell-gelbbraun gefärbt. Das Absterben der Ausläufer erfolgt wahrscheinlich im Herbst, nachdem die Stärke aus dem absterbenden Teile entleert ist. Der Zeitpunkt des Absterbens selbst konnte nicht genau festgestellt werden.

In dem kreisrunden Querschnitt beträgt die Dicke des Markes ungefähr $^3/_5$ der Dicke des Ausläufers. Die Rinde weist anfangs eine Epidermis auf, die aber bald durch einen wenigschichtigen Kork ersetzt wird, der aus den hypodermalen Schichten hervorgeht. Diese zeigen eine ziemlich starke kollenchymatische Verdickung und zahlreiche Oelgänge. Sie sind kleinzelliger als das Rindenparenchym, das verhältnismäßig zartwandig ist. Das Mark ist gleichfalls unverdickt und unverholzt und in den zentralen Partien meist abgestorben und hohl. Die Bündel, die ringförmig angeordnet und ziemlich zahlreich sind, zeigen kollateralen Bau und ein geringes Dickenwachstum. Der Gefäßteil besteht aus wenigen weitlumigen, verholzten Gefäßen und zartwandigem, unverholztem Holzparenchym. Der Siebteil ist bedeutend stärker entwickelt und hat einen gut ausgeprägten Faserbelag, dessen Elemente in den jüngeren Teilen des Ausläufers nur schwach kollenchymatisch verdickt sind. In den älteren Partien verdicken sie sich aber ziemlich stark kollenchymatisch. Zwischen den einzelnen Bündeln erzeugt ein interfascikulares Kambium nach dem Mark zu einen stark verdickten Libriformring. Dieser ist anfangs kollenchymatisch und unverholzt. Dann verholzen und verdicken sich zunächst einige Zellgruppen der innersten Schichten am Mark. Schließlich ist der ganze Ring zwischen den Gefäßteilen verholzt. Vor den einzelnen Siebteilen und im Mark vor den Gefäßteilen kommen noch zahlreiche Oelgänge vor.

Die Endpartie ist ziemlich unregelmäßig gestaltet, da das Mark hohl ist. Die oberflächlichen Schichten der Rinde und des Markes schließen mit einem wenig-mächtigen Wundkork ab. In der Regel liegt dieser nur wenige mm unter einer Knotenpartie, mit der der Ausläufer endigt.

Die Speicherung der Stärke ist ziemlich intensiv. Sie ist meist gleichmäßig über Rinde und Mark verteilt. Die hypodermalen Schichten enthalten in der Regel etwas weniger als die innere Rinde und das periphere, lebendige Mark. Die Knotenpartien zeigen stets eine maximale Speicherung.

Der mit $K_2 Cr_2 O_7$ erhaltene Niederschlag ist im lebendigen Ausläufer ziemlich gering und auf bestimmte Gewebekomplexe beschränkt. Im typischen Falle sind die hypodermalen Schichten, sowie die Zellen, welche die Oelgänge begleiten, und der Gefäßteil gelblich-braun. Das übrige Gewebe ist gerbstoffrei. Auch der Wundkork an der Endpartie führt in der Regel hellen gelbbraunen bis braunen Niederschlag.

Die Speicherung der Stärke ist im Laufe des Sommers nur ganz geringen Schwankungen unterworfen. Sie ist meist ziemlich gleichmäßig über Rinde und Mark verteilt. Nur in unmittelbarer Nähe des Wundkorkes liegt sehr wenig. Erst Anfang September ist eine Entleerung der älteren Ausläuferteile, die absterben werden, eingetreten. Nur vereinzelte Körnchen liegen dann noch in Rinde und Mark.

Die Gerbstoffausfällung ist in allen Objekten bis zum Juli gering und beschränkt sich auf die oben genannten Gewebe. Im August nimmt dann der Niederschlag im älteren Teile bedeutend zu, und zwar bis zu einer Knotenpartie, unter welcher sich im Mark ein Wundkork gebildet hat. Meist sind sämtliche Gewebe, mit Ausnahme des Siebteiles, der farblos ist, mehr oder weniger stark gebräunt. Im jüngeren Teil nimmt die Färbung gleichfalls zu, und zwar prägnant im Objekt II vom 2. 9. 15. Eine Abnahme des Niederschlages konnte bis zum September nicht festgestellt werden. Sämtliche Gewebe waren noch lebendig. Nur hin und wieder traten tote Zellen auf.

Convallaria majalis.

Morphologie: Die unterirdischen, horizontal kriechenden Rhizome bestehen meist aus mehreren Jahrestrieben, die aus Internodien verschiedener Länge zusammengesetzt sind. Nach den Angaben von A. Meyer[1]) treibt aus der Keimpflanze, die im 1. Jahre noch vollständig im Erdboden bleibt, im Frühjahr des 2. Jahres aus der Terminalknospe der Hauptachse ein oberirdischer Laubsproß und aus der Achse des letzten Scheidenblattes eine Lateralknospe, die einen Ausläufer erzeugt, der sich wieder weiter entwickelt. Nach etwa 4—5 Jahren kommt der Sproß zur Blüte. Die Terminalknospe des Ausläufers bildet jährlich gleiche Sproßabschnitte. Die Wurzeln entspringen zahlreich unter den Blattnarben der Sproßachsen.

Anatomie. Im kreisrunden Querschnitt des Ausläufers zeigen Rinde und Mark ungefähr gleiche Ausdehnung. Die Rinde ist vom Zentralzylinder, der zahlreiche Bündel enthält, durch eine Endodermis getrennt. An der Oberfläche der Rinde ist eine Epidermis entwickelt, der eine ziemlich starke Kutikula aufgelagert ist. Die Epidermis und die folgende Rindenschicht zeichnen sich vor dem großzelligen inneren Rindenparenchym durch etwas stärkere kollenchymatische Verdickung aus. Die Endodermis zeigt infolge starker Verdickung ein geringes Zellumen. Sie ist verholzt und verkorkt. Die ihr in 1—2 Schichten vorgelagerten Zellen der Rinde sind gleichfalls sklerenchymatisch verdickt, und zwar meist c-förmig, und weisen nach der Angabe von Meyer nur gelegentlich eine verkorkte Lamelle auf. Ein Teil der Bündel liegt der Endodermis an, und zwar sind diese aus den Blattspursträngen hervorgegangenen Bündel kollateral. Der Siebteil liegt unter der Endodermis, während der Gefäßteil diesen halbkreisförmig umschließt. Die Gefäßteile benachbarter Bündel berühren sich meist seitlich, ebenso die Siebteile. Die markständigen Bündel sind konzentrisch. Der Siebteil wird von dem wenig mächtigen Gefäßteil umgeben. Das Markparenchym ist etwas großzelliger als die Rinde.

Das organische Ende weist als Abschluß nach außen verkorkte Zellschichten auf. Unregelmäßige tangentiale Teilungen treten nur gelegentlich auf.

Die Stärkespeicherung ist im allgemeinen ziemlich gering. In der Regel enthält die Rinde meist etwas mehr Stärke als das Mark, und zwar liegt in der mittleren Rinde meist keine Stärke, in der äußeren mittelviel und der inneren relativ viel. Der Kaliumbichromatniederschlag weist eine körnige Form auf.

1) A. Meyer, Praktikum I, S. 57. Auch einige anatomische Angaben wurden aus diesem Buche verwertet.

Seine Verteilung ist diffus. Die Epidermis und die inneren Rindenschichten sind ziemlich intensiv gebräunt. Die äußeren Rindenschichten weisen relativ wenig Niederschlag auf. Das Mark ist wesentlich heller gefärbt als die ganze Rinde. Die Bündel führen braune Niederschlagsmassen, und zwar bes. die kollateralen. In den jüngeren Teilen des Rhizoms nimmt der Niederschlag bedeutend ab.

24. 4. 14.

Das kräftige, gelblich-braune Rhizom hat eine Länge von etwa 10,5 cm und eine Dicke von 0,3—0,5 cm und endigt organisch. Die terminale Knospe beginnt sich gerade zu entfalten. Schnitt a—e: a) 1,2 cm langer Längsschnitt durch das organische Ende. b) 1,1 cm lang, an a anschließender; c) 1 cm langer an b anschließender; d) 1,2 cm langer aus der Mitte des Rhizoms; e: 1 cm langer aus der Spitzenregion genommener Längsschnitt.

Makroskopisch. Ein aus der Mitte des Schnittes c stammender Querschnitt zeigt etwa folgende Verteilung und Färbung der Inhaltsmassen:

Stärke: Auf Jodzusatz ist eine relativ schwache dunkelblaue Färbung der äußeren und inneren Rinde und des Markes zu erkennen. Die Stärke ist ziemlich fein verteilt. Eine Anhäufung ist bes. in der inneren Rinde, weniger in der äußeren und im Mark sichtbar. Die mittlere Rinde führt keine Stärke.

Gerbstoff: Die Niederschlagsmassen sind hellbraun gefärbt und relativ gleichmäßig über Rinde und Mark verteilt. Nur die äußere Rinde ist etwas heller als die innere. Die Bündel sind hell, fast farblos.

a) Stärke: Ist makroskopisch nicht nachweisbar.

Gerbstoff: Der Niederschlag ist im allgemeinen gleichmäßig verteilt und von hellbrauner Farbe. Die äußere Rinde ist wesentlich heller als die innere und das Mark. Die Bündel sind als farblose Stränge sichtbar. Nur am organischen Ende sind das Mark, die Bündel und die Rinde in etwa 1,5 mm Breite tief dunkel-rotbraun gefärbt. Die Färbung stuft sich dann allmählich nach dem Inneren zu ab. Nur die markständigen Bündel zeigen noch tief in das Innere hinein rotbraune Färbung.

b) Stärke: Auf Jodzusatz färbt sich nur die Rinde ganz schwach dunkelviolett. Stärke liegt in äußerst feiner Verteilung nur in der Rinde.

Gerbstoff: Rinde, Mark und Bündel sind wesentlich wie in a gefärbt.

c) Stärke: Ist bes. in der inneren Rinde gespeichert, wie durch die Jodprobe festgestellt wurde. Gegenüber dem Schnitt b ist eine Zunahme der Speicherung zu verzeichnen. Auch im Mark ist an manchen Stellen eine schwach dunkelviolette Färbung zu erkennen.

d) Stärke: Ist bedeutend mehr abgelagert als in c, sowohl in der Rinde als auch im Mark. Bei Zusatz von Jodjodkalium färbt sich die Rinde und das Mark ziemlich gleichmäßig schwach dunkelblau. In der Rinde ist relativ viel Stärke gespeichert, weniger im Mark.

Gerbstoff: Der Schnitt zeigt eine viel geringere Färbung der Niederschlagsmassen, die einen schwach gelblichbraunen Farbenton haben.

e) Stärke: Liegt bes. in der Rinde, doch ist etwas weniger gespeichert als im Schnitt d.

Gerbstoff: Die Verteilung und Färbung des Niederschlages entspricht der des Schnittes d.

Lupenbild. a—e) Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, Querschnitt: Stärke: Kommt in dem äußeren Rindenparenchym in vereinzelten Körnchen in fast jeder Zelle vor. Die mittleren Schichten sind meist stärkefrei, während die innere Rinde dieselbe Verteilung wie die äußere erkennen läßt, nur daß in einzelnen toten Zellen noch viel Stärke gespeichert ist. Das Mark enthält noch weniger Stärke als die äußere Rinde.

Gerbstoff: Die Niederschlagsmassen haben in der Epidermis einen hellbraunen Farbenton. Die folgenden 5—6 Schichten der äußeren Rinde sind schwach hellbraun, die innere Rinde und das Mark sind wie die Epidermis gefärbt. Die sklerenchymatischen Rindenzellen und die Endodermis zeigen eine etwas hellere Färbung als die innere Rinde. In der Bündelzone der kollateralen Bündel führt nur der Siebteil schwach gelblichen Niederschlag; der Gefäßteil ist farblos. In den markständigen Bündeln zeigen meist nur die Gefäßteile gelblichen Niederschlag.

a) Stärke: Kommt nur in sehr vereinzelten Körnern in der Rinde vor.

Gerbstoff: Die äußeren Rindenschichten sind mit Ausnahme der Epidermis relativ hell gefärbt. Sie enthalten in etwa 5 Schichten neben geringen körnigen Niederschlagsmassen von hellbrauner Farbe homogenen schwach gelblichen Niederschlag. Die innere Rinde führt bedeutend mehr Niederschlag und ist braun bis hellbraun gefärbt, ebenso das Mark. Die kollateralen Bündel zeigen nur im Siebteile eine schwach gelblichbraune Färbung. Die markständigen Bündel sind rot bis rotbraun, bes. im Gefäßteil.

Das organische Ende weist in der Rinde in etwa 3—4 Schichten, im Mark auf größere Entfernung dunkelrotbraune Färbung auf. Nach dem Inneren des Schnittes zu nimmt die Intensität der Färbung allmählich ab. Die rotbraune Färbung geht zunächst in eine rote, schließlich in eine braune bis hellbraune Farbe über. Auch die Bündel zeigen an der Endfläche diese Färbung, die sich bes. in den markständigen auf größere Entfernung erhält. Die Zellen an der Endfläche sind in mehreren Schichten tot und zeigen verkorkte Membranen, die durch Behandlung mit Schwefelsäure nachgewiesen wurden.

b) Stärke: Ist bedeutend mehr abgelagert als in a. Nur in der Rinde kommt Stärke in ziemlich feiner Verteilung vor, im Mark nur gelegentlich einige Körnchen.

Gerbstoff: Die Verteilung und Färbung des Niederschlages entspricht im wesentlichen der des jüngeren Teiles von a. Die Bündel sind sehr hell. Nur die Siebteile zeigen gelblichen Niederschlag.

Oxalat: Liegt in Bündeln vereinigt in einigen Zellen der Rinde.

c) Stärke: Ist etwas mehr abgelagert als in b. Die Verteilung ist dieselbe wie im Querschnitt.

Gerbstoff: Wesentlich wie im Querschnitt.

Oxalat: Wie in b.

d) Stärke: Die Ablagerung ist bedeutend dichter als in c. Bes. die Rinde enthält ziemlich viel. Sie ist hier ziemlich gleichmäßig verteilt. Das Mark speichert bedeutend weniger, enthält aber mehr als in c.

Gerbstoff: Die Rinde ist ziemlich hell gefärbt. Sie enthält nur andeutungsweise Niederschlag. Die Epidermis und die sklerenchymatisch verdickten Zellen, sowie die Endodermis zeigen eine schwache gelblichbraune Färbung. Das Mark enthält gleichfalls schwach gelblichbraunen, körnigen Niederschlag. Die Bündel sind fast farblos.

Oxalat: Raphidenbündel liegen relativ häufig im Rindenparenchym.

e) Stärke: Kommt besonders in der äußeren Rinde vor, wo die Verteilung der im Schnitt d entspricht. Die innere Rinde ist stärkefrei. Das Mark enthält etwas weniger als in d.

Gerbstoff: Die Färbung und Verteilung des Niederschlages gleicht im wesentlichen der des Schnittes d. Nur an der Knotenpartie ist etwas mehr vorhanden.

Oxalat: Ist in der Rinde verteilt und bedeutend häufiger als in d.

Zusammenfassung. Im untersuchten Rhizom ist verhältnismäßig wenig Stärke gespeichert. Am organischen Ende kommt nur sehr wenig in der Rinde vor. Nach dem jüngeren Teile hin nimmt sie in Mark und Rinde zu. Immer zeigt die Rinde eine etwas stärkere Speicherung als das Mark.

Der Niederschlag ist im Mark ziemlich gleichmäßig verteilt und hellbraun bis braun gefärbt. Er ist homogen oder körnig. Auch die inneren Rindenschichten weisen diese Färbung auf. Die äußere Rinde ist mit Ausnahme der braunen Epidermis nur schwach hellbraun, desgl. die kollateralen Bündel; die markständigen sind bes. am organischen Ende tiefer gefärbt. Im jüngeren Teile nimmt der Niederschlag bedeutend ab.

20. 5. 14.

Der Ausläufer ist sehr kräftig entwickelt und besitzt eine Länge von etwa 10 cm und eine Dicke von 0,3—0,4 cm. Er ist etwas dunkler gefärbt als der Ausläufer vom April. Aus dem vorletzten Knoten zweigt ein 15 cm langer gelblicher Ausläufer ab, der sich wiederum verzweigt. Der organisch endende Ausläufer trägt einen Blütenstand und kräftige Laubblätter. Schnitt a—e. a) Längsschnitt von 1,5 cm Länge durch das organische Ende. b) 1,6 cm langer an a anschließender Längsschnitt. c—e) Aneinander schließende Längsschnitte von 1,2—2—2 cm Länge.

Makroskopisch, a) Stärke: Ist makroskopisch nicht nachweisbar.

Gerbstoff: Die Rinde zeigt mit Ausnahme der braunen Epidermis eine schwache gelbliche Farbe. Das Mark ist gelbbraun gefärbt; die kollateralen Bündel führen braune Niederschlagsmassen, die markständigen sind dagegen relativ hell. Nur am organischen Ende ist die Farbe des Niederschlages eine bedeutend tiefere im Mark und in den Bündeln. Das Mark enthält braunen Niederschlag. An der Endfläche selbst ist es dunkelrotbraun, ebenso die Bündel. Dieser Schnitt ist im allgemeinen bedeutend heller als der entsprechende im Objekt vom 24. 4. 14.

b) Stärke: Wie in a.

Gerbstoff: Der ganze Schnitt ist bedeutend dunkler gefärbt als a. Die Rinde zeigt braune, das Mark und die Bündel hellbraune Farbe. Die Färbung entspricht im wesentlichen der vom 24. 4. 14.

c) Stärke: Wie in a.

Gerbstoff: Es ist eine bedeutende Zunahme der Färbung des Niederschlages im Vergleich zum Schnitt b zu erkennen. Die Rinde ist auch hier, mit Ausnahme des jüngeren Teiles, dunkler gefärbt als das hellbraune Mark. Die Bündel zeigen im wesentlichen dieselbe Färbung wie in b.

d) Stärke: Wie in a.

Gerbstoff: Der Niederschlag hat wesentlich dieselbe Färbung wie in b. Auch die Verteilung entspricht der des Schnittes b.

e) Stärke: Wie in a.

Gerbstoff: Kommt in derselben Verteilung und Färbung wie im Schnitt d vor.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) Stärke: Liegt nur ganz vereinzelt in kleinen Körnchen in der Rinde und im Mark.

Gerbstoff: Die Rinde enthält in allen Zellen nur andeutungsweise Niederschlag. Die Endodermis und die ihr vorgelagerten sklerenchymatischen Elemente sind hellgelbbraun, ebenso die Epidermis. Die peripher gelagerten Bündel zeigen sowohl im Sieb- als auch im Gefäßteil braunen Niederschlag. Die markständigen Bündel sind dagegen fast farblos. Das Mark ist im wesentlichen wie die Rinde gefärbt.

Am organischen Ende liegen in der Rinde etwa 2—4 Schichten toter Zellen, die braune bis rotbraune Farbe aufweisen. Im Mark sind es bedeutend mehr Schichten, die dieses Verhalten zeigen. Auf diese Schichten folgt dann eine Schicht, die lufthaltig ist und Korkreaktion zeigt. Die darunter folgenden Schichten sind meist etwas stärker kollenchymatisch verdickt als das Parenchym der Rinde und des Markes. Die erste lebende Schicht läßt unregelmäßige Teilungen erkennen, die bes. im Mark deutlich ausgeprägt sind. Die Bündel sind im allgemeinen ebenso gefärbt wie im organischen Ende des Aprilobjektes, nur geht die dunkle Färbung nicht so weit in das Innere.

Oxalat: Liegt relativ häufig im Rindenparenchym.

b) Stärke: Kommt in geringer Menge in fast jeder Zelle der Rinde und des Markes vor.

Gerbstoff: Der Niederschlag weist unterseits in der Rinde stärkere Intensität der Färbung auf als oberseits. Etwa 3—4 Schichten der äußeren Rinde sind mit gelblichem körnigem, die inneren Rindenschichten mit braunem körnigem Niederschlag erfüllt. Das Mark ist wesentlich heller als die Rinde. Nur an den Bündeln zeigt es in wenigen Schichten dieselbe Färbung wie die innere Rinde. Die Bündel sind im Siebteil braun gefärbt, während der Gefäßteil ziemlich hell ist. Im jüngeren Teile nimmt die Intensität der Färbung in allen Geweben etwas zu.

Oxalat: Wie in a.

c) Stärke: Wie in b.

Gerbstoff: Der Niederschlag ist etwas dunkler als in b. Seine Verteilung entspricht der des Schnittes b.

Oxalat: Wie in a.

d) Stärke: Wie in b.

Gerbstoff: Die Verteilung und Färbung des Niederschlages ist wie die

des Schnittes b. Auch die peripheren Schichten der Rinde enthalten braune, körnige Ausscheidungen.

Oxalat: Wie in a.

e) Stärke: Ist sowohl in der Rinde als auch im Mark etwas häufiger abgelagert als in b.

Gerbstoff: Wie in c.

Oxalat: Wie in a.

Zusammenfassung. Im Vergleich zum Objekt vom 24. 4. 14 ist festzustellen, daß im ganzen Rhizom bedeutend weniger Stärke abgelagert ist, bes. aber in der Endpartie. Auch die Niederschlagsmassen weisen nicht die Intensität der Färbung auf wie im Aprilobjekt. Bes. die jüngeren Teile sind ziemlich hell gefärbt.

18. 6. 14.

Von dem 8,5 cm langen und 0,3 cm dicken, braun gefärbten Rhizom wurde nur die absterbende Endpartie von etwa 3,5 cm Länge und ein Stück der Spitzenregion untersucht. Die Pflanze hatte abgeblüht und zeigte an den Spitzen der Blätter eine etwa 5 mm breite absterbende Zone. Schnitt a—d. a—c) Aneinander anschließende Längsschnitte von 1,2—1,7—1,3 cm Länge; d) Querschnitt aus der Spitzenregion.

Makroskopisch, a) Die Endpartie ist stark verfallen. Die Rinde und das Mark weisen große Lücken auf.

Stärke: Ist nicht nachweisbar.

Gerbstoff: Der Schnitt ist erheblich dunkler gebräunt als alle bisher untersuchten Schnitte. Rinde, Mark und Bündel sind braun bis rotbraun gefärbt.

b) Stärke: Ist makroskopisch nicht mit Hilfe der Jodprobe zu erkennen.

Gerbstoff: Die teilweise zerfallene Rinde zeigt eine etwas hellere Färbung als in a. Nur die Randpartien der Lücken sind tiefrotbraun. Nach dem jüngeren Teile hellt die Färbung etwas auf.

c) Stärke: Liegt im Mark des am Leben bleibenden Teiles relativ viel, in der Rinde verhältnismäßig wenig. Der Schnitt zeigt hier auf Jodzusatz eine ziemlich gleichmäßige schwach blaue Färbung des Markes. Im absterbenden Teile ist bis zur neuen Trennungszone, die etwa 3,5 cm vom Ende entfernt ist, keine Stärke zu erkennen.

Gerbstoff: Der im Absterben begriffene Teil läßt im Vergleich zum Schnitt b eine Aufhellung erkennen. In der Mitte des Schnittes liegt eine Knotenpartie, unter welcher quer durch das Rhizom eine dunklere Zone, die 3,5 cm vom Ende entfernt ist, verläuft. Mark und Rinde des absterbenden Stückes sind braun gefärbt, ebenso die Bündel. Hinter der dunklen Zone nimmt die Farbe des Niederschlages ab. Rinde und Mark sind schmutzig hellbraun.

d) Stärke: Ist makroskopisch nicht zu erkennen.

Gerbstoff: Der Niederschlag ist äußerst gering. Rinde, Mark und Bündel sind schwach gelblichbraun.

Lupenbild, a) Das Ende zeigt keine Abgrenzung durch verkorkte Zellen. Es ist deshalb anzunehmen, daß ein Teil der absterbenden Partie bereits abgefallen ist.

Die übrigen Schnitte zeigen im wesentlichen dieselben Verhältnisse wie bei makroskopischer Untersuchung.

Mikroskopisch, a) Stärke: Ist nicht mehr vorhanden.

Gerbstoff: Die Endpartie ist zerklüftet. Das Mark ist zum größten Teile zerstört, ebenso die peripheren Rindenschichten. Die überstehenden Bündel sind dunkelrotbraun bis rotbraun. Die Gewebemassen des Markes und der Rinde zeigen Infiltrationen ihrer Membranen und braunen Niederschlag. Einige Zellen der Rinde sind fast farblos. Die Bündel im Innern des Schnittes enthalten braunen Niederschlag. Die Gewebe sind meist noch lebendig, soweit sie nicht zerfallen sind.

b) Stärke: Kommt nur in vereinzelten toten Zellen vor, in denen sie dicht gespeichert ist.

Gerbstoff: Der Niederschlag ist etwas heller als in a. Die Zellmembranen des Rinden- und Markparenchyms zeigen wie in a Infiltrationen. Der Niederschlag hat eine gelbbraune Farbe. Nur die Rinde ist an den Randpartien der zerstörten Gewebemassen rotbraun gefärbt. Nach dem jüngeren Teile hin nehmen die Infiltrationen ab. Die Zellen führen dann hellgelblichen bis hellbraunen Niederschlag. Die Bündel sind bedeutend heller als in a und zeigen im allgemeinen gelb- bis hellbraune Farbe.

c) Stärke: Ist im absterbenden Teile nur in ganz vereinzelten Zellen dicht gespeichert. Kurz hinter der Trennungszone nimmt die Menge der Stärke zu. Die winzigen Körnchen liegen meist wandständig, nur vereinzelte tote Zellen sind dicht mit grobkörniger Stärke angefüllt. Das Mark enthält mehr Stärke als die Rinde.

Gerbstoff: Der absterbende Teil zeigt im allgemeinen dieselben Verhältnisse wie der jüngere Teil des Schnittes b. Nur einzelne Zellen lassen Infiltrationen ihrer Membranen erkennen. Das Mark ist zum größten Teile in den zentralen Schichten zerstört. Kurz vor der trennenden Zone nimmt der Niederschlag in Rinde, Mark und Bündel etwas zu. Etwa 2—3 Zellschichten der Rinde und viele des Markes enthalten gleichmäßig verteilten gelbbraunen körnigen Niederschlag und zeigen auch Infiltrationen der Membranen. Teilungen treten innerhalb dieser Schichten nur ganz vereinzelt auf. Bei der Behandlung mit Schwefelsäure bleiben die Zellmembranen erhalten. Die Bündel nehmen kurz unter der trennenden Zone braune bis rötlichbraune Färbung an. Im am Leben bleibenden Teile nimmt der Niederschlag in den Bündeln, im Mark und in der Rinde ab und ist gelblichbraun.

Oxalat: Kommt nur in wenigen Rindenzellen des am Leben bleibenden Teiles vor.

d) Stärke: Kommt nur in vereinzelten Körnchen im Rinden- und Markparenchym vor.

Gerbstoff: Die Rinde enthält schwach gelblichen körnigen Niederschlag bes. in den äußeren Schichten. Das Mark zeigt nur andeutungsweise Niederschlag, ebenso die Bündel.

Oxalat: Wie in c.

Zusammenfassung. In diesem Stadium ist eine fast vollständige Entleerung des absterbenden Stückes bis zur neuen Trennungszone erfolgt. Nur

vereinzelte tote Zellen enthalten in dichter Ablagerung grobkörnige Stärke. Im am Leben bleibenden Teile ist bes. kurz hinter der trennenden Zone eine ziemlich erhebliche Zunahme der Stärke eingetreten. Im jüngeren Teile ist dieselbe nur gering.

Der Niederschlag zeigt im absterbenden Teile eine etwas dunklere Färbung als im Maiobjekt. Die Membranen der Zellen weisen sowohl im Rinden- und Markparenchym Infiltrationen auf. Im lebendig bleibenden Teile ist die Färbung im Vergleich zum Maiobjekt nur wenig dunkler.

Zusammenfassung.

Das unterirdische Sproßsystem setzt sich aus mehreren Ausläufern zusammen, die horizontal kriechen. Aus einer Keimpflanze, deren Sproß im ersten Jahre noch vollständig unterirdisch vegetiert, geht nach den Angaben von Meyer am Anfang des 2. Jahres ein oberirdischer Laubsproß und aus einer Lateralknospe ein neuer Ausläufer hervor, der seinerseits wieder im nächstfolgenden Jahre einen oberirdischen Laubsproß und einen neuen Ausläufer hervorbringt. Die Pflanze wird erst im 4.—5. Jahre blühreif und setzt sich dann aus 4—5 Ausläufern zusammen, von denen der letzte im Laufe der Vegetationsperiode ganz oder doch zum größten Teile abstirbt.

Rinde und Mark zeigen auf dem Rhizomquerschnitt ungefähr gleiche Mächtigkeit und sind durch eine typische Endodermis getrennt, der nach der Rinde hin noch stark sklerenchymatische, c-förmig verdickte Zellen in 1—2 Schichten vorgelagert sind. Die großzellige Rinde schließt nach außen mit einer stark kutinisierten Epidermis ab. Im großzelligen Mark liegen zahlreiche Bündel, von denen die einen direkt an die Endodermis anschließen und kollateral sind, während die anderen, an Zahl geringeren, markständig und konzentrisch sind. Die kollateralen Bündel gehen aus den Blattspursträngen hervor. Ihre Gefäß- und Siebteile berühren sich häufig, so daß meist ein geschlossener Ring gebildet wird. In den konzentrischen Bündeln umschließt der wenig mächtige Gefäßteil den Siebteil.

Das organische Ende zeigt eine unregelmäßige Endfläche, da meist die Bündel etwas über Mark und Rinde hinausragen. Der Abschluß wird in beiden durch verkorkte Zellen in mehreren Schichten gebildet. Teilungen treten nur hin und wieder in unregelmäßiger Anordnung auf. Meist lassen die Zellen kurz hinter diesen verkorkten Schichten etwas stärkere kollenchymatische Verdickung erkennen, die nach dem Innern zu ziemlich schnell abnimmt.

Stärke wird in Rinde und Mark in relativ geringen Mengen gespeichert. Meist enthält die Rinde etwas mehr als das Mark. In der Rinde liegt selbst in den peripheren Schichten mittelviel, in den mittleren meist keine und in der inneren Rinde relativ viel Stärke.

Gerbstoff wird bei der Behandlung mit Kaliumbichromat meist in körniger Form niedergeschlagen. Die Epidermis und die inneren Schichten der Rinde enthalten ziemlich viel körnigen braunen Niederschlag, während die äußeren Schichten wenig aufweisen. Das Mark führt mittelviel Niederschlag von etwas hellerer Farbe als in der Rinde. Auch die Bündel enthalten braunen

Niederschlag, bes. die kollateralen. Nach der Basis des oberirdischen Sprosses zu nimmt der Niederschlag stetig ab, so daß er schließlich nur noch andeutungsweise zu erkennen ist.

Oxalatkristalle liegen zu kleinen Raphidenbündeln vereinigt in einigen Rindenzellen.

Das Absterben des älteren Triebes erfolgt etwa von Mai bis Juni. Bereits im Juni ist die neue Trennungszone ausgebildet. Die Stärke wird aus dem absterbenden Teile vollständig fortgeschafft. Im April ist im ganzen Ausläufer sehr wenig Stärke in den Endpartien abgelagert; die jüngeren Teile speichern noch erheblich mehr. Im Mai nimmt die Stärkemenge in den jüngeren Teilen zu, während der absterbende Teil weiter entleert wird. Im Junistadium ist schließlich eine vollständige Entleerung des absterbenden Stückes eingetreten. Nur vereinzelte tote Zellen enthalten dicht abgelagerte grobkörnige Stärke. Der am Leben bleibende Teil zeigt eine wesentliche Zunahme der Stärkemenge.

Eine Veränderung des Gehaltes an Niederschlagsmassen vollzieht sich nur in den absterbenden Teilen. Im April sind die Endpartien im Gegensatz zu den jüngeren Teilen des Ausläufers ziemlich braun gefärbt. Im Mai nimmt die Färbung etwas zu und im Juni ist sie am intensivsten. Im Juni diffundiert der Gerbstoff teilweise aus den Zellen heraus und wird in die Membranen infiltriert. Der jüngere Teil zeigt nur eine geringe Zunahme der Färbungsintensität des Niederschlages.

Hieracium magyaricum.

Morphologie. An dem Hauptsproß einer Mutterpflanze entstehen zu Beginn der Vegetationsperiode aus den unteren Blattachseln kleine Ausläufer, die an der Spitze kleine Blättchen tragen. Durch das Längenwachstum dieser ziemlich dünnen Ausläufer entfernen sich die Blättchen immer mehr vom Muttersproß und bilden schließlich eine Blattrosette, die aus ihrer Basis Wurzeln treibt. Hat der Ausläufer seine definitive Länge erreicht, so stirbt er an der Ansatzstelle am Muttersproß ab, und die Blattrosette wird selbständig. Im Laufe des Hochsommers geht dann fast der ganze Ausläufer zugrunde, so daß schließlich nur noch etwa 2—3 cm lebendig bleiben.

Anatomie. In dem ziemlich kreisrunden Querschnitt zeigen Rinde und Mark, die durch einen geschlossenen kollateralen Bündelring voneinander getrennt sind, etwa gleiche Ausdehnung. Die Rinde trägt eine gut entwickelte Epidermis, die etwas kleinzelliger ist als das Rindenparenchym. Dieses ist in tangentialer Richtung gestreckt. Die hypodermalen Schichten weisen eine ziemlich starke kollenchymatische Verdickung auf, die nach dem Innern zu abnimmt. Die Interzellularen dieser äußeren Schichten sind relativ groß. Nach innen zu werden sie kleiner. Zwischen der Bündelzone und der Rinde liegt eine wenig prägnante, ziemlich zartwandige und unverholzte Stärkescheide, die aus schmalen in tangentialer Richtung gestreckten Zellen besteht. Die Bündel zeigen ein gut entwickeltes Xylem, das sich aus relativ weitlumigen Gefäßen und stark verholztem Parenchym zusammensetzt. Der Siebteil ist weniger gut ausgebildet und läßt neben dem Parenchym, den Siebröhren und Geleitzellen, auch Milchröhren erkennen. Ein typischer Faserbelag kommt im

allgemeinen nicht vor, nur hin und wieder konnten vereinzelte stark verdickte Faserelemente festgestellt werden. Die kambiale Zone wird bei der Ausbildung der Elemente des Xylems und Phloems vollständig aufgebraucht. Das Mark ist bedeutend großzelliger als das Rindenparenchym und bedeutend schwächer kollenchymatisch verdickt als dieses. Beide Parenchyme sind unverholzt.

Das organische Ende wird von verkorkten parenchymatischen Zellen verschlossen. Außen liegen tote, zerfallene Zellen, auf die in mehreren Schichten die verkorkten Zellen folgen. Diese zeigen Infiltrationen und hin und wieder Luft als Inhalt. Ein Phellogen wird nicht ausgebildet.

Stärke ist im ganzen Ausläufer nicht nachzuweisen.

Der mit $K_2Cr_2O_7$ ausgefällte Gerbstoff zeigt im Mark eine gelblichbraune Farbe und ist ziemlich gleichmäßig verteilt. Nur die äußersten Schichten an den Bündeln sind etwas tiefer gefärbt. Die Epidermis ist nur wenig dunkler als das Mark. Dagegen zeigen die hypodermalen Schichten dunkelbraunen homogenen Niederschlag. Nach den innersten Schichten hin nimmt die Färbung ab, und die Rindenschichten zeigen dann ungefähr dieselbe Färbung wie das periphere Mark. Der Siebteil ist frei von Niederschlag und farblos. Im Gefäßteil weisen nur die ältesten Parenchymzellen dunkelbraunen Niederschlag auf. Die Blattspurstränge sind ziemlich intensiv dunkelbraun gefärbt.

12. 5. 14.

Der neugebildete Ausläufer hat eine Länge von 5 cm. Die Ansatzstelle am Muttersproß ist in einer Länge von 1 cm abgestorben. Die Rosette des rötlichbraunen Ausläufers ist ziemlich kräftig entwickelt. Das absterbende Ende hat eine Dicke von 1,7 mm. Die jüngsten Partien sind etwa 3 mm dick. Schnitt a—d. a) Längs durch das untere Ende; 1 cm lang. b) Querschnitt; an a anschließend. c—d) Längsschnitte von 1,2 bzw. 1 cm Länge. c schließt an b und d an c an.

Makroskopisch, b) Mark und Rinde sind ziemlich gleichmäßig hellbraun. Nur die periphere Rinde ist ziemlich dunkelbraun. Die Bündelzone ist hell gefärbt.

a) Der Niederschlag des Rindenparenchyms ist mit Ausnahme der äußersten Schichten gelblichbraun, ebenso das Mark. An der Bündelzone ist dieses etwas dunkler. Die Bündelzone zeigt dieselben Verhältnisse wie in b. Die Endpartie ist allgemein etwas dunkler.

c) Wesentlich wie a und b.

d) Rinde und Mark sind etwas heller als in c. Die Verteilung der Niederschlagsmassen entspricht im wesentlichen derjenigen der anderen Schnitte.

Lupenbild, a) Das organische Ende ist bes. im Mark zerfallen und ziemlich braun gefärbt. Die Zellen erscheinen in allen Geweben ziemlich verwaschen.

b—d) Wesentlich wie makroskopisch.

Mikroskopisch, b) Das Markparenchym führt hellen gelblichbraunen Niederschlag in ziemlich gleichmäßiger Verteilung. Nur die peripheren Schichten an der Bündelzone lassen eine nur ganz schwache tiefere Färbung erkennen. Die Epidermis zeigt hellbraunen, die hypodermalen Schichten dunkelbraunen, klumpigen Niederschlag. In den mittleren Schichten nimmt die Färbung

allmählich ab, so daß die innersten Schichten der Rinde eine nur etwas tiefere Färbung aufweisen als das periphere Mark. In der Bündelzone ist der Siebteil farblos, das Gefäßparenchym ist hellbraun bis dunkelbraun gefärbt, bes. im älteren Gefäßteil.

a) Die Endfläche des organischen Endes ist sehr unregelmäßig gestaltet. Das Mark ist bedeutend weiter zerstört als Rinde und Bündel, die infolgedessen über das Mark hinausragen. Die Rindenparenchymzellen zeigen am organischen Ende tiefbraunen bis rötlichbraunen Niederschlag, der relativ gleichmäßig über die ganze Rinde verteilt ist. Die Zellmembranen weisen meist Infiltrationen auf. Nach dem jüngeren Teile zu nimmt die Färbung dann merklich ab, und es tritt eine Differenzierung der Niederschlagsmassen ein. Die hypodermalen Schichten enthalten meist klumpigen dunkelbraunen Niederschlag. Die innersten Schichten sind meist hellbraun bis gelblichbraun. Die Verteilung und Färbung entspricht dann also im wesentlichen der des Querschnittes. Die Markparenchymzellen zeigen am organischen Ende dieselbe Färbung wie das Rindenparenchym. Die Zellen sind z. T. verwaschen und weisen braune Infiltrationen der Membranen auf. Etwa 7—10 Schichten vom Ende entfernt nimmt die Färbung ab. Der Niederschlag ist dann z. T. körnig. Nur in den peripheren Schichten an den Bündeln ist die Färbung noch ziemlich intensiv. Im jüngeren Teile gleicht die Färbung wesentlich der des Querschnittes. Die Bündel stehen am Ende etwas über und sind intensiv braun bis dunkelrotbraun gefärbt. Bes. der Gefäßteil und die Milchröhren zeigen diese Färbung. Die Milchröhren lassen außerdem noch körnige Inhaltsmassen erkennen. Im jüngeren Teile ist die Färbung des Niederschlages bedeutend heller und gleicht der des Querschnittes.

c) Die Verteilung und Färbung der Niederschlagsmassen entspricht im wesentlichen der des Schnittes b, nur das Mark ist etwas heller.

d) Rinde und Mark weisen im allgemeinen die gleiche Färbung auf wie in b und c, doch ist hervorzuheben, daß nur etwa 2—3 Schichten der äußersten Rinde dunkelbraune Färbung erkennen lassen.

Zusammenfassung. Die Färbung und Verteilung des Niederschlages in allen 4 Schnittserien ist ziemlich gleichmäßig. Nur das organische Ende zeigt eine bedeutend größere Intensität der Färbung.

24. 6. 14.

Der Ausläufer ist ziemlich kräftig und am Ende in einer Länge von etwa 1 cm abgestorben. Das abgestorbene Stück fiel beim Konservieren ab. Der Ausläufer ist etwa 5 cm lang und 3 bzw. 6 mm dick. Nach dem oberen Teile zu verdickt er sich beträchtlich. Schnitt a—c) Aneinander schließende Längsschnitte von 1,1—1,2 bzw. 1 cm Länge und 0,3 bzw. 0,4 u. 0,6 cm Dicke.

Makroskopisch, a) Das Mark ist fast farblos, die Rinde gelbbraun. Die Bündelzone ist noch etwas tiefer gefärbt. Im Vergleich zum Objekt vom 12. 5. 14 zeigt der Schnitt eine bedeutend hellere Färbung der Rinde und des Markes.

b) Das Mark ist nur etwas dunkler als in a; sonst gleicht die Färbung der des Schnittes a.

c) Gegenüber a und b zeigt der Schnitt eine hellere Färbung in sämtlichen Geweben. Die Rinde ist noch am tiefsten gefärbt.

Lupenbild. Wesentlich wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) Die Zellen der Endpartie sind zerstört. Das Rindenparenchym zeigt Infiltrationen der Membranen und in den peripheren Schichten braunen körnigen Niederschlag. Die innersten Schichten sind fast farblos. Nach dem jüngeren Teile zu nimmt die Färbung nur wenig ab, ebenso die Infiltrationen. Das Mark zeigt an der Endfläche nur in wenigen Schichten Infiltrationen und keinen Niederschlag. Dieser ist erst im jüngeren Teile bes. in den peripheren Schichten festzustellen. Er zeigt eine schwache gelblichbraune Farbe. In der Bündelzone weisen z. T. die Gefäße und die Milchröhren hellbraunen bis braunen Niederschlag auf. Der Siebteil ist farblos.

b) Im älteren Teile, der an a anschließt, ist der Niederschlag in derselben Verteilung und Färbung vorhanden. Im jüngeren Teile nimmt die hell- bis gelbbraune Färbung in der Rinde etwas zu. Die innere Rinde ist fast farblos. Im Mark finden sich vereinzelt neben gleichmäßig gelbbraun gefärbten Zellen fast farblose. Die Färbung der Bündelzone ist im wesentlichen wie die in a.

c) Im Mark kommen nur vereinzelt gelblichbraun gefärbte Zellen vor. Meist ist das Markparenchym fast farblos. Die Rinde ist etwas heller als in b, ebenso die Bündelzone.

Zusammenfassung. Im allgemeinen zeigt dieses Objekt im Vergleich zu dem vom 12. 5. 14 eine wesentlich hellere Farbe, auch in den hypodermalen Schichten. Im jüngeren Teile des Ausläufers ist die Färbung bedeutend heller als am 12. 5. 14.

1. 7. 15.

Die kräftige, blühende Pflanze hat einen 11,5 cm langen Ausläufer, der dieselbe Färbung zeigt wie der vom 12. 5. 14. Seine Dicke schwankt zwischen 0,2 und 0,4 cm. Er wurde in 9 aneinander schließende Längsschnitte a—i zerlegt. a—i) 1—1,1—1,2—1,3—1,5—1,4—1,6—1,3—1,2 cm lang. Die Schnitte durch den ältesten Teil sind 0,2 cm, die durch den jüngsten 0,4 cm dick.

Makroskopisch, a) Das Mark ist mit Ausnahme der Endpartie, die bräunlich gefärbt ist, farblos. Die Rinde und die Bündelzone sind hellbraun. Der Schnitt ist etwas heller als im Objekt vom 24. 6. 14.

b, c) Wesentlich wie a.

d) Die Rinde ist dunkler gefärbt als in a. Das Mark ist schwach gelblich, ebenso die Bündelzone.

e, f) Wie d.

g) In Rinde und Mark nimmt die Färbung zu und zwar ist die Rinde braun bis hellbraun, das Mark gelblichbraun.

h, i) Wie g.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) Die Endpartie ist teilweise durch Tierfraß zerstört. Das Rindenparenchym zeigt in den Zellen am Ende Infiltrationen und gelbbraunen Niederschlag. Nach dem jüngeren Teile zu wird die Färbung etwas heller. Die äußere Rinde ist gelblichbraun, die innere fast farblos. Das am Ende ausgebuchtete Mark weist gleichfalls Infiltrationen auf und gelblichbraunen Niederschlag. Nach dem Innern nimmt dieser schnell ab. Das Mark ist dann fast farblos. Die am Ende etwas überstehenden Bündel lassen im

Gefäßteil dunkelbraunen Niederschlag erkennen. Auch der Siebteil zeigt diese Farbe. Nach dem jüngeren Teile zu nimmt die Färbung allmählich ab. Der Gefäßteil ist dann hellbraun, der Siebteil farblos.

b) Der Niederschlag zeigt im wesentlichen dieselbe Färbung und Verteilung wie in a. Nur im mittleren Mark kommen vereinzelt braune Zellen vor.

c) Wie b.

d) Die Rinde ist bedeutend dunkler gefärbt als in a, bes. in den peripheren Schichten, die teilweise zerstört sind. Die innere Rinde ist gelblichbraun, ebenso das Mark. Die Bündel sind hell- bis gelblichbraun.

e, f) Wesentlich wie d.

g) Das Mark ist im breiteren jüngeren Teile etwas tiefer gefärbt als in f, ebenso die äußere Rinde. Die innere Rinde ist farblos.

h, i) Wie g.

Zusammenfassung. Die Verteilung und auch die Färbung der Niederschlagsmassen gleicht im wesentlichen derjenigen des Objektes vom 24. 6. 14. Die älteren, absterbenden Partien sind heller, bes. im Mark. Nach dem jüngeren Teile hin nimmt die Färbung etwas zu und ist in der äußeren Rinde etwas dunkler als am 24. 6. 14.

14. 7. 14.

Der kräftige 8 cm lange Ausläufer zeigt am unteren Ende ein etwa 2 cm langes, dunkelbraunes Stück, das bereits abgestorben ist. Die Dicke des Ausläufers beträgt am unteren Ende 0,25 cm und am oberen 0,6 cm. Schnitt a—d) Aneinanderschließende Längsschnitte von 1,2—1—1,3—1,4 cm Länge.

Makroskopisch, a) Der ganze Schnitt ist bedeutend dunkler gefärbt als die entsprechenden Schnitte der Objekte vom 12. 5. 14, 24. 6. 14 und 1. 7. 15. Das Mark ist ziemlich gleichmäßig grünlichbraun, ebenso die äußere Rinde. Die Bündel sind relativ hell.

b) Mark und Rinde sind etwas heller als in a. Der Farbenton und die Verteilung des Niederschlages entspricht derjenigen von a.

c) Wie b.

d) Das Mark ist etwas heller als in b und c, die Rinde wenig dunkler. Die Bündel zeigen einen bräunlichen Farbenton.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) Die Endpartie zeigt tote, zerfallene Zellen mit Infiltrationen. Sie sind verkorkt und enthalten teilweise noch bräunlichen Niederschlag. Im Mark ist derselbe in der Endpartie ziemlich gleichmäßig verteilt und zeigt eine schmutzige bräunliche Färbung. Im jüngeren Teile nimmt die Färbung ab, und die Verteilung entspricht ungefähr der des Juniobjektes. Die Rinde ist fast ebenso gefärbt wie das Mark. Teilweise ist sie ziemlich weit zerstört und dann ziemlich dunkelbraun gefärbt. Nach dem jüngeren Teil hin nimmt die Färbung beträchtlich ab.

b) Mark und Rinde sind etwas heller als in a, ebenso die Bündel. Im allgemeinen entspricht die Verteilung des Niederschlages derjenigen des Juniobjektes.

c) Wie b.

d) Das Mark ist etwas heller als in b, die Bündel etwas dunkler. Die Färbung der Rinde gleicht der in b.

Zusammenfassung. Gegenüber dem Juni- und Juliobjekt ist eine Vertiefung der Färbung in der Endpartie zu konstatieren. In den jüngeren Teilen gleicht die Verteilung im allgemeinen derjenigen des Objektes vom 24. 6. 14. Die Farbe des Niederschlages ist im ganzen Verlaufe des Ausläufers ein schmutziges Braun.

15. 7. 15.

Der 8 cm lange, kräftige Ausläufer ist dunkler gefärbt als sämtliche bisher untersuchten. Die Dicke schwankt zwischen 0,2 und 0,3 cm. Schnitt a—e: An einanderschließende Längsschnitte von 1,3—1,2—1,4—1,5 u. 1 cm Länge.

Makroskopisch, a) Das Mark ist zum größten Teile zerfallen, ebenso die Rinde. Der Schnitt zeigt in der Bündelzone eine braune bis dunkelbraune Farbe, im Mark und in der Rinde, soweit diese Gewebe nicht zerstört sind, eine braune Färbung.

b) Der Niederschlag ist ziemlich gleichmäßig über das Mark verteilt und braun gefärbt. Die Rinde zeigt in den peripheren Schichten die gleiche Färbung. Die innere Rinde ist hellbraun, die Bündelzone farblos.

c, d) Wie b.

e) Die Rinde ist in den peripheren Schichten bedeutend dunkler als in b. Das Mark und die Bündel zeigen im wesentlichen dieselbe Färbung wie in b.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) Die Rindenzellen am organischen Ende sind weithin abgestorben und haben dunkelbraunen Niederschlag. Nach dem jüngeren Teile hin nimmt die Färbung ab. Auch die Markzellen sind am Ende verfallen und zeigen braune Infiltrationen. Neben dunkelbraunem, homogenem Niederschlag kommt auch hellbrauner tropfiger vor. Im jüngeren Teile bes. herrscht der tropfige Niederschlag vor. Die Gefäße und der Siebteil weisen unter der Endfläche dunkelbraunen Niederschlag auf, der bald in eine rötlichbraune und schließlich in eine braune Färbung übergeht. Der Siebteil ist im jüngeren Teile fast farblos.

b) Das Mark ist ziemlich gleichmäßig braun gefärbt. Die Rinde ist peripher dunkelbraun bis braun; die inneren Schichten sind hellbraun. Der Siebteil ist farblos, der Gefäßteil hellbraun.

c, d) Wesentlich wie b.

e) Die äußere Rinde ist etwas dunkler als in d; das Mark etwas heller. Sonst entspricht die Verteilung des Niederschlages derjenigen von b.

Zusammenfassung. Gegenüber den bisher untersuchten Objekten ist eine bedeutende Zunahme der Färbungsintensität zu verzeichnen. Die Verteilung des Niederschlages ist im Mark ziemlich gleichmäßig. Die äußere Rinde ist wie in allen anderen Objekten beträchtlich dunkler als das Mark. Die Bündelzone ist mit Ausnahme der dunkelbraunen Endpartie ziemlich hell.

17. 8. 15.

Der Ausläufer ist nur noch 3 cm lang und ziemlich kräftig. Am Ende hat er eine kräftige, reich bewurzelte Blattrosette entwickelt. Längsschnitt von 1,5 cm Länge und 0,2 bzw. 0,5 cm Dicke durch die Endpartie.

Makroskopisch. Es sind deutlich zwei Trennungszonen sichtbar, eine äußere und eine innere, die etwa 0,7 cm voneinander entfernt sind. Die äußere, 1. Zone zeichnet sich durch eine dunkelbraune Färbung aus. Unter dieser Zone ist die Rinde dunkelbraun gefärbt. Die Bündel sind hellbraun, das Mark fast farblos. Die 2. Zone zeigt dieselbe Färbung wie die erste. Unterhalb derselben weisen Rinde und Mark im wesentlichen dieselbe Färbung auf wie im Objekt vom 15. 7. 15. Nur die ersten Schichten unter der Zone erscheinen etwas dunkler, ebenso die Bündel.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch. Am organischen Ende sind nur noch vereinzelte Zellen der Rinde erhalten. Meist sind sie geschrumpft und zeigen Infiltrationen, häufig auch tropfigen braunen Niederschlag. Die Randzellen des Markes zeigen dieselben Verhältnisse. Die Zellen der Trennungszone haben verkorkte Membranen und sind teilweise lufthaltig. Teilungen treten nicht auf. Die Bündelzone ist braun bis dunkelbraun. Zwischen den beiden Trennungszonen hat die Rinde anfangs dunkelbraunen Niederschlag. Ihre Zellmembranen weisen Infiltrationen auf. Darauf folgt eine Partie, in der die äußere Rinde relativ dunkel-, die innere schwachbraune Färbung zeigen. Kurz vor der 2. Zone liegen dann Rindenzellen in etwa 10 Schichten mit teilweise braunem homogenem oder tropfigem Niederschlag. Ihre Membranen zeigen Infiltrationen. Im Mark liegen zwischen den beiden Zonen farblose, lebendige Zellen. Nur in den peripheren Schichten kommt in einigen Zellen hellbrauner, homogener Niederschlag vor. Etwa 10—12 Zellschichten weisen vor dem am Leben bleibenden Teile Infiltrationen und tropfigen Niederschlag auf. Einige dieser Zellen sind auch lufthaltig. Bei Behandlung mit Schwefelsäure lassen diese Zellen und die entsprechenden des Rindenparenchyms Korkreaktion erkennen. Die Bündelzone ist zwischen den beiden Zonen noch lebendig und relativ hellbraun gefärbt. Innerhalb der 2. Zone sind die Bündel dunkelbraun. Im lebendig bleibenden Teile ist der Niederschlag fast ebenso gefärbt und verteilt wie im Objekt von 15. 7. 15. Nur der Gefäßteil zeigt eine bedeutend intensivere Bräunung.

Zusammenfassung. Der absterbende Teil läßt eine fast vollständige Entleerung der Inhaltsmassen erkennen. Der lebendige Teil zeigt mit Ausnahme der Bündelzone dieselbe Färbung wie im Objekt vom 15. 7. 15.

Zusammenfassung.

Aus den Achselknospen der unteren Blätter des Muttersprosses gehen im Laufe der Vegetationsperiode lange, dünne Ausläufer hervor, die am vorderen Ende kleine Blättchen haben. Diese entfernen sich durch das Längenwachstum des Ausläufers immer mehr von der Mutterpflanze und bilden schließlich eine kräftige Blattrosette, die aus ihrer Basis Wurzeln entwickelt. Durch das Absterben der Ausläufer an der basalen Anheftungsstelle am Muttersproß werden die neugebildeten Pflänzchen frei und selbständig.

In dem ziemlich kreisrunden Querschnitt zeigen Rinde und Mark ungefähr gleiche Ausdehnung. Zwischen beiden Geweben liegt ein geschlossener Bündelring, der kollateral ist. Die Rinde schließt oberlächlich mit einer gut aus-

gebildeten Epidermis ab. Die äußeren Rindenschichten sind in etwa 6—7 Reihen stärker kollenchymatisch verdickt als das übrige Parenchym. Die Interzellularen sind in diesen Schichten relativ groß und werden nach dem Innern zu kleiner. Den Abschluß nach der Bündelzone bildet eine wenig prägnante und ziemlich zartwandige Stärkescheide, die aus verhältnismäßig schmalen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen besteht. Der Bündelring zeigt ein relativ starkes Dickenwachstum. Der Holzteil setzt sich aus ziemlich großlumigen Gefäßen und stark verholztem Parenchym zusammen. Das kambiale Gewebe wird beim Dickenwachstum vollkommen aufgebracht und hat nach außen den relativ schmalen Siebteil erzeugt, der Milchröhren führt. Typische Faserelemente werden nur selten entwickelt und kommen nur vereinzelt vor. Das Mark ist großzelliger als die Rinde und nur schwach verdickt.

Das organische Ende zeigt als Abschluß stark verkorkte Parenchymzellen in mehreren Schichten. Teilungen treten nicht auf. Meist zeigen diese verkorkten Zellen braune Infiltrationen.

Stärke wird im ganzen Ausläufer nicht gespeichert.

Der durch Kaliumbichromat ausgefällte Gerbstoff ist im Mark ziemlich gleichmäßig verteilt und zeigt eine gelblichbraune Farbe. Die peripheren Markzellen sind nur wenig tiefer gefärbt. Die Rinde ist bedeutend dunkler als das Mark, und zwar enthalten die hypodermalen Schichten meist dunkelbraunen, die inneren braunen Niederschlag. In der Bündelzone ist meist das ältere Holzparenchym braun bis dunkelbraun.

Das Absterben der Ausläufer geht relativ langsam und allmählich vor sich. Meist sind die Ausläufer im August zum größten Teile abgestorben. Im allgemeinen sterben sie fast bis zur neugebildeten Rosette ab, die nur noch wenige cm des Ausläufers trägt. Im Laufe der Entwicklung nehmen die Niederschlagsmassen bis zum Absterben zu. Im Mai und bis Anfang Juli zeigen die Ausläufer relativ wenig Niederschlag, der nur in der Rinde eine erheblichere Bräunung erkennen läßt. Im Objekt vom 14. 7. 14 vertieft sich dann der Niederschlag bes. am organischen Ende und zeigt dann auch im Mark eine ziemlich tiefe Bräunung. Im Objekt vom 15. 7. 15 nimmt er auch in den jüngeren Teilen eine braune Farbe an. Die Rinde ist immer etwas dunkler als das Mark. Die Intensität der Färbung ist dann eine maximale. Im Objekt vom 17. 8. 15 ist dann im absterbenden Teile eine fast völlige Entleerung der Gewebemassen in Rinde, Mark und Bündel eingetreten bis zur neu ausgebildeten Trennungszone. Im am Leben bleibenden Teile ist die Färbung in Rinde und Mark eine maximale wie im Objekt vom 15. 7. 15.

Gratiola officinalis.

Morphologie. Das oberirdische Ausläufersystem besteht aus 3—5 jährlichen Trieben, die deutlich kenntlich sind an den abgestorbenen aufrechten Stengelgliedern. Jeder jüngere Abschnitt geht aus dem nächstälteren durch sympodiale Verzweigung hervor. Die kriechenden Ausläufer sind verhältnismäßig kurz, biegen rechtwinklig um und gehen in den beblätterten Sproß über. Die Anlage des jährlichen Zuwachses und seine Entwicklung zur definitiven Größe vollzieht sich im Laufe des Sommers. Der Ausläufer setzt

sich aus ziemlich kurzen Internodien zusammen. Den Knotenpartien entspringen aus der Unterseite des Ausläufers kräftige Wurzeln, die sehr häufig, ebenso wie der Ausläufer selbst, knöllchenartige Anschwellungen zeigen.

Anatomie. Der Querschnitt ist fast kreisrund. Die lakunöse Rinde ist etwa doppelt so dick wie der Zentralzylinder, der einen ringförmigen Holzkörper und ziemlich geringes Mark zeigt. Oberflächlich ist die Rinde anfangs von einer Epidermis bedeckt, die aber bald durch einen wenig mächtigen Wundkork ersetzt wird, der aus den hypodermalen Schichten hervorgeht. Diese schließen fast lückenlos aneinander und sind nur sehr schwach kollenchymatisch verdickt. Die großzellige lakunöse Rinde, deren Zellen auf der Oberfläche mit wachsartigen Ausscheidungen versehen sind, und die sich deshalb nicht benetzen, wird nach der Endodermis zu kleinzelliger. In dem jüngsten Triebe ist diese Endodermis als Stärkescheide ausgebildet. In den mittleren Schichten der Rinde finden sich in zerstreut liegenden Zellen und Zellgruppen der ausgewachsenen Triebe leistenartige Verdickungen, die in einer Arbeit von Vogl[1]) schon näher beschrieben worden sind. Die Zellen sind z. T. gruppenweise mit eigentümlichen leistenartigen Verdickungen an Längs- und Querwänden versehen, die in den benachbarten Zellen korrespondieren. Auf dem Längsschnitt sehen diese Zellen wie Steinzellen aus, deren Membranen wohl Schichtung, aber keine Tüpfelung erkennen lassen. Diese Verdickungen sind stark verholzt. Der geschlossene Bündelring ist kollateral und weist ein wenig entwickeltes Phloem und ein mächtiges Xylem auf. Die über dem Siebteil liegenden Zellen sind schwach kollenchymatisch verdickt. Der Holzkörper zeigt ein starkes sekundäres Dickenwachstum. Das Holzparenchym und die Gefäße sind verholzt und verdickt. Jahresringe und Markstrahlen treten gut hervor. Die kambiale Zone zeigt eine geringe Ausdehnung und ist nur an einigen Teilungen zu erkennen. Das Mark weist in den mittleren Partien dieselbe Zellgröße wie die Rinde auf. Nur die peripheren Schichten sind ziemlich kleinzellig. Die Interzellularen sind im Gegensatz zu denen der Rinde sehr klein.

Das organische Ende schließt mit einer Knotenpartie ab. Die oberflächlichen Zellen verkorken in etwa 3—4 Schichten und zeigen hin und wieder Teilungen parallel zur Oberfläche. Die Bündelzone steht in der Regel am organischen Ende etwas über.

Stärke kommt in den älteren Jahresabschnitten nicht mehr vor. Nur in den Spitzen junger Ausläufer konnten sehr geringe Mengen in der jungen Stärkescheide festgestellt werden.

Die Gerbstoffausfällung ist sehr intensiv. Die Rinde ist ziemlich dunkelbraun gefärbt. Die Zellen enthalten neben einer hellbraunen Grundmasse in der Regel große, tief dunkelbraune Tropfen und auch kleinere helle Gerbstofftröpfchen. Die Stärkescheide, der Siebteil und das Holzparenchym sind nur wenig heller als die Rinde. An seitlichen Wurzelaustrittstellen ist die Intensität der Färbung am größten. Das Mark zeigt denselben Niederschlag wie die Rinde.

---

1) Vogl, Pharmakognosie, Wien 1892. Die Arbeit selbst konnte nicht eingesehen werden. Die Angaben stammen aus Solereder Bd. 2, S. 664.

12. 5. 15.

Das ganze Ausläufersystem hat eine Länge von 8,5 cm und setzt sich zusammen aus 4 Jahresabschnitten, von denen der älteste eine Länge von 2 cm die folgenden eine Länge von 2,2 bzw. 1,8 und 2,5 cm haben. Der jüngste Trieb geht in einen 5 cm langen beblätterten Stengel über. Die Farbe der Ausläufer ist ein dunkles Braun bis Rotbraun. Schnitt a—h: a) Längsschnitt von 1,8 cm Länge durch die Endpartie. b) Querschnitt an a anschließend c) Längsschnitt durch den zweitältesten Jahresabschnitt von 2 cm Länge. d) Querschnitt an c anschließend. e) 2 cm langer Längsschnitt durch den 3. Jahresabschnitt. f) An e anschließender Querschnitt. g, h) Querschnitte, die etwa 2,5, bzw. 1 cm vom oberen Ende des jüngsten Jahresabschnittes geschnitten sind.

Makroskopisch, b) Rinde und Mark sind dunkelbraun, der Holzkörper etwas heller.

a) Das organische Ende schließt mit einer Knotenpartie ab, die ziemlich dunkelbraun gefärbt ist. Sonst zeigt der Niederschlag in Rinde und Mark eine braune bis dunkelbraune Färbung, im Holzkörper eine hellbraune bis braune. Nur die Diaphragmen enthalten tiefer gefärbten Niederschlag.

c) Wesentlich wie b.

d) Wie b; nur die Bündelzone ist etwas heller.

e) Rinde und Mark sind etwas dunkler als in b. Auf einer Seite zeigt der Holzkörper annormales Wachstum, das wahrscheinlich durch Bakterien hervorgerufen ist.

f) Das Mark und der Holzkörper sind dunkelbraun, die Rinde ist wesentlich wie in e.

g) Wie f.

h) Der ganze Schnitt ist etwas heller als g und f.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, b) Die Rindenzellen führen in einer gelbbraunen Grundmasse große dunkelbraune bis braune Tropfen. Die Endodermis ist gleichmäßig braun gefärbt, der Siebteil gelbbraun und das Holz dunkelbraun. Das Mark zeigt denselben Niederschlag wie die Rinde.

a) Der Abschluß am organischen Ende wird durch eine Knotenpartie gebildet, unter der verkorkte Zellen liegen. Der Knoten zeigt dunkelbraunen Niederschlag. Der Holzkörper ist am organischen Ende intensiv dunkelbraun gefärbt. Im folgenden Internodium weisen die Membranen der Rinden und Markzellen z. T. Infiltrationen auf, sonst enthalten diese Zellen in einer ziemlich hellbraunen Grundmasse große dunkelbraune und kleine hellbraune Tropfen. Im wesentlichen gleicht die Färbung und Verteilung des Niederschlages der von d.

c) Wesentlich wie b. Nur die Rinde ist etwas heller als in b.

d, e) Wesentlich wie c.

f) Wie c. Das Mark führt aber nur wenige homogene Tropfen, sonst gleichmäßigen braunen Niederschlag.

g) Rinde und Mark sind etwas dunkler als in f und zeigen ziemlich häufig braune bis dunkelbraune Tropfen.

h) Mark, Rinde und Holz sind bedeutend heller als in sämtlichen anderen Schnitten.

In der Stärkescheide liegen nur ganz vereinzelt Stärkekörnchen, die in sämtlichen anderen Schnitten fehlten.

Zusammenfassung. Die Niederschlagsmassen zeigen eine ziemlich gleichmäßige Verteilung. Die Färbung derselben ist verhältnismäßig dunkel. Die Rinden- und Markzellen enthalten in einer hellbraunen Grundmasse große dunkelbraune und kleine hellere Gerbstofftropfen. Der Siebteil ist braun, der Holzteil dunkelbraun gefärbt. In den jüngeren Jahresabschnitten sind diese Niederschlagsmassen nur wenig heller. Der jüngste Trieb ist am hellsten gefärbt. In ihm enthält die Stärkescheide noch geringere Mengen Stärke.

11. 6. 14.

Das Ausläufersystem besteht aus 3 Jahresabschnitten, von denen der älteste dunkelbraun, die anderen braun gefärbt sind. Die Länge der Abschnitte beträgt ungefähr 3 bzw. 2,5 u. 4 cm. Der jüngste Jahresabschnitt zeigt einen kräftigen, blühenden Stengel. Schnitt a—e: a, b) Längsschnitte von 1 bzw. 1,4 cm Länge. Der Schnitt a geht durch die Endpartie und b schließt an a an. c, d) Querschnitte, von denen c durch die Mitte und d durch das vordere Ende des 2. Abschnittes gelegt ist. e) Längsschnitt von 1,7 cm Länge durch die Mitte des jüngsten Triebes.

Makroskopisch, a) Die abgestorbene Endpartie ist bedeutend heller als im Maiobjekt. Die Gewebemassen in Mark und Rinde sind z. T. etwas verwaschen und hellbraun gefärbt. Der Holzkörper und die Knotenpartie zeigen dunkelbraune bis braune Färbung. Schräg durch das Mark und die Rinde verläuft eine etwas dunklere Zone, die etwa 1 cm von der Endfläche entfernt liegt.

b, c) Wesentlich wie a. Die Rinde ist etwas heller als das Mark.

d) Die Färbung der Rinde und des Markes ist dunkler als in a.

e) Dieser Schnitt ist ziemlich hell und zeigt dieselbe Färbung wie der jüngste Trieb vom Maiobjekt.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) Das organische Ende ist im Schnitt selbst nicht getroffen, wohl aber die anschließende abgestorbene Zone. Mit Ausnahme des Holzkörpers, der noch lebendige Elemente enthält, sind die Gewebe tot und bedeutend heller als im Maiobjekt. Die Rindenzellen zeigen eine ziemlich hellbraune Färbung und teilweise Infiltrationen ihrer Membranen. Nur vereinzelt kommen homogene braune Tropfen vor, dagegen fast in allen Zellen viele kleine Gerbstofftröpfchen. Stellenweise ist das Rindenparenchym zerstört. Das Mark zeigt im wesentlichen dieselben Verhältnisse wie die Rinde, ist aber etwas heller als diese. Schräg durch das Mark verläuft eine Zone von 2—3 Zellschichten, die vereinzelt unregelmäßige Teilungen aufweisen. Diese Zellen sind z. T. lufthaltig und sonst ziemlich farblos. Kurz vor dieser Zone liegen fast gerbstoffreie Zellen. Der Holzkörper ist braun gefärbt. Im jüngeren Teile hinter der trennenden Zone haben die Zellen wesentlich denselben Inhalt.

b) Die Zellen sind im allgemeinen straffer als im Schnitt a und zum größten Teile lebendig. Die Rinde ist etwas dunkler als in a. Teilweise sind die Rinden-

zellen tot und zeigen Infiltrationen. Diese toten Zellen sind gerbstofffrei; die lebendigen weisen hellbraunen bis braunen Niederschlag und große und kleine braune Tropfen auf. Das Mark ist zum größten Teile noch lebendig und enthält gelbbraunen Niederschlag und wenige Tropfen. Die Zellen an den Knoten lassen Infiltrationen erkennen. Zum Teil ist das Mark etwas verwaschen. Der Holzkörper ist etwas dunkler als in a und enthält noch lebendige Elemente.

c) Wesentlich wie b.

d) Die Zellen sind in Rinde und Mark noch lebendig. Der Niederschlag in der Rinde ist rötlichbraun und kompakter als in a. Tropfenförmiger Niederschlag kommt selten vor. Das Mark enthält neben brauner Grundmasse auch tropfigen Niederschlag. Der Holzkörper zeigt dieselbe dunkelbraune Farbe wie in b.

e) Wesentlich wie d.

Zusammenfassung. Der Niederschlag ist in allen Jahresabschnitten bedeutend geringer als im Objekt vom 12. 5. 15. Das organische Ende ist ziemlich weit abgestorben und läßt Entleerung der Rinden- und Markzellen erkennen. Der Holzkörper ist ziemlich dunkelbraun wie im Objekt vom 12. 5. 15.

1. 7. 15.

Das etwa 7 cm lange Ausläufersystem besteht aus 3 Jahresabschnitten, von denen der älteste 2,5, der 2. 2 cm und der jüngste 2,5 cm lang sind. Der älteste Abschnitt ist tiefdunkelbraun gefärbt, die beiden anderen sind braun. Der blühende, aufrechte Stengel ist kräftiger als der vom Juni. Schnitt a—e: a—d) Aneinander schließende Längsschnitte von 1,5—1—1,5 u. 1,5 cm Länge. e) Querschnitt durch die Mitte des jüngsten Abschnittes.

Makroskopisch, a) Das organische Ende, das mit einer Knotenpartie abschließt, ist zum größten Teile in Rinde und Mark zerstört. Beide Gewebe zeigen in den beiden folgenden Internodien ziemlich große Höhlungen, die sich bis zum 3. Knoten erstrecken. Unter diesem verläuft auf der einen Seite quer durch Rinde und Mark eine hellere Zone etwa bis zur Mitte des Markes. Dann durchbricht diese das dunkelbraun gefärbte Diaphragma und setzt sich auf der anderen Seite oberhalb des Knotens fort. Oberhalb desselben ist die Färbung des Schnittes etwas heller als im ältesten, braun bis dunkelbraun gefärbten Teile.

b—e) Diese Schnitte zeigen im wesentlichen dieselbe Färbung wie der jüngere Teil von a. Rinde und Mark sind hellbraun bis braun, der Holzkörper dunkelbraun.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, a) Das organische Ende ist zum größten Teile zerstört. Die Endpartie schließt mit einem dunkelbraun gefärbten Knoten ab. Sie weist in Rinde und Mark große Lücken auf, bes. in den ersten beiden Internodien. Sämtliche Zellen der Rinde und des Markes sind tot. Sie lassen Infiltrationen ihrer Membranen erkennen und sind ziemlich verwaschen. Im allgemeinen ist dieser tote Teil bedeutend dunkler als im Objekt vom 11. 6. 14. Der Holzkörper ist bedeutend dunkler als im Mai- und Juniobjekt und zeigt eine rot- bis dunkelbraune Färbung. Etwa 15 Zellschichten unter dem Diaphragma des 3. Knotens verläuft bis zur Mitte des Markes quer durch Rinde und Mark eine hellere Zone von 3—4 Zellschichten, die unregelmäßige Teilungen

erkennen lassen. In der Mitte des Markes biegt diese Zone zum Knoten zu um, durchbricht das Diaphragma und setzt sich oberhalb des Knotens auf der anderen Seite fort. Diese sich teilenden Zellen sind zum Teil lufthaltig, z. T. enthalten sie hellen gelblichen bis gelblichbraunen Niederschlag in gleichmäßiger Verteilung. In dem lebendig bleibenden Teile des Rhizoms folgt auf diese Zone eine Gerbstoffausfällung, die im allgemeinen derjenigen des Maiobjektes entspricht, aber etwas dunkler ist als diese.

b) Rinde und Mark zeigen denselben Niederschlag wie der am Leben bleibende Teil des Schnittes a. Das Mark weist nur wenige braune Tropfen auf. Der Holzkörper enthält dunkelrotbraunen Niederschlag.

c) Wie b; nur der Holzkörper ist etwas heller.

d) Wie b.

e) Der Niederschlag ist in der Rinde gleichmäßig gelb- bis rotbraun. Bes. die innersten Zellschichten zeigen eine rotbraune Färbung. Nur wenige kleine braune Gerbstofftropfen kommen in der homogenen Grundmasse vor. Das Mark ist heller als die Rinde. Der Holzkörper ist gelbbraun bis braun.

Zusammenfassung. Der älteste Teil ist bis zur neuen Trennungszone tot. Die Zellmembranen zeigen Infiltrationen. Der ganze absterbende Gewebekomplex ist etwas dunkler als im Juniobjekt. Die Zellen der Trennungszone enthalten nur sehr wenig Niederschlag und sind ziemlich hell gefärbt. Stellenweise enthalten sie auch Luft. Im lebendig bleibenden Teile ist die Färbung des Niederschlages etwas dunkler als im Objekt vom 11. 6. 14. und entspricht im wesentlichen der des Maiobjektes, desgl. die Verteilung der Niederschlagsmassen.

Zusammenfassung.

Die oberirdischen, kriechenden Ausläufersysteme setzen sich aus 3—5 Jahresabschnitten zusammen, die durch sympodiale Verzweigung auseinander hervorgehen. Sie sind ziemlich kurz und biegen rechtwinklig zum beblätterten Sproß um. Der Ausläufer wird aus kurzen Internodien zusammengesetzt. Aus dem Knoten gehen ziemlich kräftige Wurzeln hervor. Diese und auch die Ausläufer besitzen häufig knöllchenartige Anschwellungen, die nicht näher untersucht wurden.

In dem kreisrunden Querschnitt nimmt die Rinde etwa $^1/_3$ des Durchmessers ein. Sie ist relativ großzellig und lakunös. Die hypodermalen Schichten schließen lückenlos aneinander und bestehen aus schmalen, in tangentialer Richtung gestreckten Zellen. Der oberflächliche Abschluß erfolgt durch eine Epidermis, die aber meist durch einen wenigschichtigen Wundkork ersetzt ist. Nach dem Zentralzylinder hin schließt die Rinde mit einer relativ kleinzelligen Stärkescheide ab, die in den älteren Abschnitten sich zur Endodermis umbildet. Die mittleren Schichten der Rinde besitzen in zerstreut liegenden Zellen oder Zellgruppen leistenförmige Verdickungen, die in benachbarten Zellen korrespondieren. Nur in den jüngsten Trieben fehlen diese Verdickungen, die stets stark verholzt sind. Der kollaterale Bündelring zeigt ein schwaches Phloem und ein ziemlich mächtiges Xylem, das sekundäre Markstrahlen aufweist. Die Gefäße und das Holzparenchym sind stark verdickt und verholzt. Das

Mark ist ebenso großzellig wie die Rinde, schließt aber fast lückenlos aneinander. Die peripheren Schichten sind kleinzelliger.

Das organische Ende schließt meist mit einer Knotenpartie ab, unter der etwa 3—4 Schichten verkorkter Zellen liegen, die hin und wieder Teilungen parallel zur Oberfläche erkennen lassen.

Stärke kommt nur in verschwindend geringer Menge in der jüngeren Stärkescheide der Spitzenregion des jüngsten Triebes vor.

Die Gerbstoffausfällung ist sehr intensiv. Die Rinde ist meist dunkelbraun gefärbt. Das Rindenparenchym weist neben einer hellbraunen Grundmasse dunkelbraune Tropfen und etwas kleinere hellere Tröpfchen auf. Auch der Holzkörper ist intensiv gebräunt. Das Mark ist nur wenig heller als die Rinde und zeigt im wesentlichen denselben Niederschlag wie diese.

Im Maiobjekt enthalten Rinde und Mark in den älteren und jüngeren Jahresabschnitten neben relativ gleichmäßigem braunem bis rotbraunem Niederschlag in diffuser Verteilung auch noch große braune und kleine hellere Tropfen. Besonders im Rindenparenchym kommen diese großen Tropfen vor, die an der Peripherie der Zellen liegen. Im Juliobjekt zeigt der älteste Abschnitt eine wesentlich andere Ausfällung als im Mai. Der Niederschlag ist bedeutend heller und weist keine Tropfen mehr auf. Die Gewebepartien am organischen Ende sind zum größten Teile verwaschen und zeigen Infiltrationen der Zellmembranen. Der Holzkörper ist bedeutend tiefer gebräunt als im Mai. Die jüngeren Triebe weisen dieselbe Verteilung und Färbung des Niederschlages auf wie die des Maiobjektes. Das Juliobjekt läßt am organischen Ende eine etwa 2 cm lange Partie erkennen, die im Absterben begriffen ist. Diese zeigt dieselben Verhältnisse wie die absterbende Partie des Juniobjektes. Der Holzkörper ist noch intensiver gefärbt als im Juni. Eine trennende Zone hat sich entwickelt und trennt den absterbenden von dem lebendig bleibenden Teile. Sie liegt kurz unter einer Knotenpartie, durchbricht das Diaphragma und verläuft dann oberhalb des Knotens. Sie wird von 3—4 Zellschichten gebildet, die hin und wieder tangentiale Teilungen aufweisen. Diese Zellen sind teilweise lufthaltig, z. T. schwach hellbraun gefärbt. In den jüngeren Abschnitten sind im Vergleich zu den Mai- und Juniobjekten keine Unterschiede festzustellen.

Das Absterben erfolgt also im Juni und Juli. Meist geht der älteste Jahresabschnitt zugrunde, der vor dem Absterben eine Entleerung der Zellen erkennen läßt.

Scutellaria galericulata L.

Morphologie. Der vorjährige Ausläufer überwintert und treibt zu Beginn der Vegetationsperiode einen oberirdischen Sproß, der rechtwinklig aufgerichtet ist. An den Knoten des Ausläufers sitzen zahlreiche Wurzeln, die bes. häufig und zahlreich an den Knoten der Umbiegungsstelle auftreten. Aus vielen Knoten entspringen frühzeitig neue Ausläufer, die im Laufe des Sommers erstarken und beim Absterben des Mutterausläufers selbständig werden. Die vorjährigen Ausläufer zeichnen sich durch eine gelbbraune Färbung aus, die beim Absterben etwas intensiver wird.

Anatomie. Der fast quadratische Querschnitt zeigt ein ziemlich stark

entwickeltes Mark, dessen Dicke etwa $^1/_3$ des Achsendurchmessers ausmacht. Die großzellige Rinde schließt nach außen mit einer Epidermis ab, die häufig durch ein schwaches Korkgewebe, das sich aus den hypodermalen Schichten entwickelt, ersetzt werden kann. Die hypodermalen Schichten sind etwas kollenchymatisch verdickt und etwas kleinzelliger als die Rinde, die nach dem Zentralzylinder hin mit einer Stärkescheide abschließt. Diese ist kleinzellig und besteht aus dünnwandigen rechteckigen Zellen. An den Ecken des fast quadratischen Markes liegen die breit ausgezogenen kollateralen Bündel. Der Gefäßteil, der in radialer Richtung geringe Ausdehnung besitzt, setzt sich aus großlumigen Gefäßen und verholztem Parenchym zusammen. Vor dem Siebteil liegen Komplexe stark verdickter und verholzter Faserelemente. Zwischen den einzelnen Gefäßteilen hat sich zur Aussteifung des Stengels ein 2—3-schichtiger Sklerenchymring gebildet, der stark verholzt ist. Das Mark ist in den peripheren Schichten relativ kleinzellig, in den mittleren Partien ebenso großzellig wie die Rinde. In den älteren Ausläufern sind die mittleren Teile meist abgestorben und haben eine Markhöhlung gebildet.

Das organische Ende weist als Abschluß mehrere Schichten toter Zellen auf, deren Membranen Infiltrationen zeigen. Sie sind meist lufthaltig und zeigen eine nur schwache Verkorkungsreaktion. Ein Wundkork gelangt nicht zur Ausbildung.

Stärke ist in dem ganzen vorjährigen Ausläufer nicht nachzuweisen.

Der Kaliumbichromatniederschlag zeigt eine ziemlich goldgelbe Farbe und verteilt sich auf die hypodermalen Schichten und die Bündel. Rinde und Mark führen in wenigen Zellen Niederschlag, und zwar ist die Zahl der gerbstoffhaltigen Zellen im Mark weit geringer als in der Rinde. Die hypodermalen Schichten sind gelbbraun gefärbt, die Siebteile und die Rindenschicht vor der Stärkescheide, sowie etwa 2—3 periphere Markschichten führen goldgelben Niederschlag. In der Rinde enthalten außerdem noch etwa $^1/_3$ bis $^1/_4$ aller Zellen hellen gelblichen Niederschlag. Im Mark sind es weit weniger Zellen, die meist zentralwärts liegen. An den Diaphragmen der Knotenpartien nimmt der Niederschlag eine tiefe gelbbraune Färbung an und ist in allen Rinden- und Markzellen vorhanden.

6. 5. 14.

Der gelbbraune vorjährige Ausläufer hat eine Länge von 10 cm und eine Dicke von durchschnittlich 3 mm. Etwa 8 cm von der Endpartie gabelt er sich und bildet 2 kräftige Sproßsysteme. Aus jeder Knotenpartie sprossen kleine neue Ausläufer hervor. Schnitt a—g: a—c) Aneinander schließende Längsschnitte von 1,4—1,2 u. 1,4 cm Länge. d) Querschnitt an c anschließend. e—g) Aneinander schließende Längsschnitte von 1,4—1—1,7 cm Länge.

Makroskopisch, d) Die periphere Rinde und die Bündelzone, sowie die Zellen am Sklerenchymring sind gelblich-braun gefärbt. Die Rinde zeigt sonst nur ganz schwache gelbliche Färbung. Das Mark ist fast farblos.

a) Mit Ausnahme des organischen Endes, an dem die Bündel tiefer gebräunt sind, zeigt der Schnitt dieselbe Verteilung des Niederschlages wie in d.

b) Wie d.

c) Am Diaphragma der Knotenpartie zeigt der Niederschlag eine

intensive rotbraune Färbung. Sonst gleicht seine Verteilung der des Schnittes d.

e) Wie d.

f, g) Nur die Bündel sind etwas dunkler als in d. Die Knotenpartien zeigen dieselbe Farbe wie in c.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, d) Die hypodermalen Schichten lassen gelbbraunen, diffusen Niederschlag erkennen. In der Rinde zeigen dann etwa $^1/_3$ bis $^1/_4$ aller Zellen gelblichen bis gelblichbraunen Niederschlag; die innerste Rindenschicht vor der farblosen Stärkescheide, sowie die Siebteile führen gelblich-braunen. Das periphere Mark ist bes. vor den Gefäßteilen gelblich gefärbt; das innere enthält nur in wenigen Zellen schwach gelblichen Niederschlag.

a) Das organische Ende zeigt in Rinde und Mark mehrere Schichten zerfallener Zellen, die verwaschen sind. Teilweise weisen sie auch Infiltrationen auf. Der Siebteil der Bündelzone ist ziemlich braun gefärbt. Nach innen zu wird er etwas heller. Der ganze Schnitt zeigt dann im allgemeinen dieselbe Färbung wie der Schnitt d.

b) Wie d.

c) Die Verteilung des Niederschlages ist wie die des Schnittes d. Nur nach der Knotenpartie zu nimmt die Färbung und Ausfällung in sämtlichen Geweben zu und erreicht im Diaphragma, das rotbraun gefärbt ist, ihre größte Intensität.

e—g) Wie d. Doch sind in f und g die Diaphragmen weniger intensiv gebräunt als in c. Die Bündelzone ist nur wenig dunkler.

Zusammenfassung. Der Niederschlag ist im ganzen Ausläufer ziemlich gleichmäßig verteilt. Die hypodermalen Schichten, die innerste Rindenschicht und die Siebteile führen gelbbraunen Niederschlag. Das periphere Mark ist etwas heller. In der Rinde ist im allgemeinen der Niederschlag ziemlich hell und auf $^1/_3$ bis $^1/_4$ aller Zellen beschränkt. Das Mark ist fast farblos. An den Knoten sind sämtliche Zellen der Rinde und des Markes mit Niederschlag erfüllt. Das Diaphragma zeigt die intensivste Färbung.

19. 6. 14.

Der kräftige, gelbbraune vorjährige Ausläufer hat eine Länge von ungefähr 13 cm und eine Dicke von 0,2—0,4 cm. Die jüngeren Teile sind etwas dicker als die älteren. An der Biegungsstelle, wo der Ausläufer in den Stengel übergeht, entspringt ein neuer Ausläufer von etwa 7,5 cm Länge. Der oberirdische blühende Sproß ist kräftig entwickelt.

Schnitt a—f) Aneinander schließende Längsschnitte von 1,1 bzw. 1,5—1,5—1,5 1,3—1,4 cm Länge.

Makroskopisch, a) Der Ausläufer schließt mit einer Knotenpartie ab, über die noch ein Teil der Bündelzone hinausragt. Die Verteilung und Färbung des Niederschlages gleicht der des Objektes vom 6. 5. 14.

b—f) Zeigen im wesentlichen die gleichen Färbungsverhältnisse wie der Schnitt a und das Objekt vom 6. 5. 14.

Mikroskopisch. Auch die mikroskopische Untersuchung ergibt keine

Unterschiede gegenüber dem Maiobjekt, nur die Diaphragmen sind etwas heller als im Objekt vom 6. 5. 14.

Zusammenfassung. Gegenüber dem Maiobjekte sind nur ganz geringe Unterschiede zu erkennen.

1. 7. 15.

Der kräftige vorjährige Ausläufer zeigt dieselbe Farbe wie im Juni. Er hat eine Länge von etwa 9 cm und eine Dicke von 2—3 mm. Der oberirdische Sproß ist kräftig und hat Blüten zur Entwicklung gebracht. Schnitt a—f: a, b) Aneinanderschließende Längsschnitte von 1,6 bzw. 1,5 cm Länge. c) An a anschließender Querschnitt. d, e) Aufeinander folgende Längsschnitte von 1,2 bzw. 1,5 cm Länge.

Makroskopisch, c) Die Färbung dieses Querschnittes gleicht der des Querschnitttes vom 6. 5. 14.

a) Das organische Ende ist bis zur Knotenpartie, die etwa 2 mm vom Ende entfernt ist, schmutzig-braun gefärbt. Sonst entspricht die Färbung der des Schnittes c.

b) Wesentlich wie c. Mitten in der Rinde und im Mark ist die Färbung an einer Wundstelle ziemlich intensiv gelb- bis rötlichbraun.

d—f) Wie c.

Mikroskopisch, a) Die Endpartie ist etwas dunkler gefärbt als im Objekt vom 6. 5. 14. Die Bündelzone ist bis zur folgenden Knotenpartie braun bis rotbraun, die Rinde und das Mark gelbbraun gefärbt. Sonst zeigt dieser Schnitt und auch die folgenden im wesentlichen dieselben Verhältnisse wie die im Maiobjekt. Im Schnitt b hat sich an der Wundstelle ein typischer Wundkork gebildet, in dessen Umgebung sich die Zellen braun bis rotbraun gefärbt haben.

Zusammenfassung. Mit Ausnahme der Endpartie, die etwas dunkler ist als am 6. 5. 14, zeigt der ganze Ausläufer dem Maiobjekt gegenüber keine wesentlichen Veränderungen.

14. 7. 15.

Der kräftige vorjährige Ausläufer hat eine Länge von etwa 8 cm und besitzt einen sehr kräftigen oberirdischen blühenden Sproß. Schnitt a—d: a) 1,5 cm langer Längsschnitt durch das organische Ende. b) An a anschließender Querschnitt c) 1,4 cm langer an b anschließender Längsschnitt. d) Querschnitt, der etwa 7 cm vom Ende entfernt dem Ausläufer entnommen wurde.

Makroskopisch, b) Die äußere Rinde ist hellbraun, desgl. die Bündelzone. Sonst zeigt die Rinde nur wenig Niederschlag von gelblichbrauner Farbe. Das Mark ist hohl.

a) Das organische Ende ist zerfallen und etwas intensiver gefärbt als das übrige Gewebe, das im wesentlichen die gleiche Färbung wie in b zeigt.

c) Wesentlich wie b. Am Diaphragma der Knotenpartie ist der Niederschlag intensiv rotbraun bis braun gefärbt.

d) Das Mark ist noch erhalten und ebenso wie die Rinde ziemlich farblos. Die Bündel sind wenig heller als in a, ebenso die peripheren Rindenschichten.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, b) Die mittleren Schichten der Rinde sind zum größten Teile geschrumpft und zerfallen. Sie zeigen nur gelegentlich Zellen mit gelbbraunem Niederschlag. Die hypodermalen Schichten und die Stärkescheide sind hellbraun. Die Bündelzone ist ziemlich gleichmäßig gelblichbraun gefärbt. Das Mark ist hohl. Nur wenige Zellen des peripheren Markes sind noch lebendig und ziemlich farblos. In der Rinde liegen die eintretenden Bündelstränge der Wurzeln, die wie die Bündel des Ausläufers gefärbt sind.

a) Das organische Ende zeigt im wesentlichen denselben Bau und dieselbe Färbung wie in den Mai-, Juni- und Juliobjekten. Der jüngere Teil läßt dieselbe Färbung und Verteilung des Niederschlages erkennen wie in b.

c) Wesentlich wie b.

d) Die hypodermalen Schichten zeigen dieselbe Färbung wie in b. Sonst ist die Rinde farblos. Die Bündelzone zeigt im Siebteile dieselbe Färbung wie in b. Der Gefäßteil ist fast farblos. Die peripheren Markschichten und der Sklerenchymring sind gelbbraun. Das Mark ist noch zum größten Teile lebendig und farblos.

Zusammenfassung. Gegenüber den Mai-, Juni- und Juliobjekten zeigt der Ausläufer hinsichtlich des Niederschlages keine wesentlichen Unterschiede. In den älteren Teilen zeigen Sieb- und Gefäßteil ziemlich gleichmäßigen Niederschlag, der nach dem oberen Ende des Ausläufers hin im Gefäßteil abnimmt. Die Rinde ist ziemlich zerstört und geschrumpft.

3. 8. 15.

Der etwa 10 cm lange, ziemlich dünne Ausläufer ist reich bewurzelt und intensiv dunkelbraun gefärbt. Der oberirdische Sproß ist kräftig. Schnitt a—e: a) Längsschnitt von 1,2 cm Länge durch die Endpartie. b) An a anschließender Querschnitt. c) 0,7 cm langer Längsschnitt, der etwa 4 cm vom Ende entfernt ist. d, e) Querschnitte, die 7 bzw. 8 cm vom organischen Ende entfernt sind.

Makroskopisch, b) Die Rinde ist zum größten Teile zerstört, die Bündelzone ist intensiv gebräunt, das Mark ist hohl.

a) Mark und Rinde sind zerfallen, nur die Bündel sind noch erhalten und ziemlich dunkelbraun gefärbt.

c) Der Schnitt geht durch eine Knotenpartie, die eine relativ dunkelbraune Färbung aufweist. Sonst zeigt der Schnitt wesentlich dieselben Verhältnisse wie b.

d, e) Wesentlich wie d.

Lupenbild. Wie makroskopisch.

Mikroskopisch, b) Die Rinde ist bis zur Bündelzone abgestorben, nur wenige farblose Zellen sind noch erhalten und zeigen Infiltrationen ihrer Membranen. Der Siebteil führt dunkelgelbbraunen Niederschlag. Der Gefäßteil ist ziemlich farblos. Die noch lebendigen peripheren Markzellen sind schwach hellbraun. Auch sie zeigen vielfach Infiltrationen. Der Sklerenchymring ist fast farblos.

a) Die Bündelzone, die noch erhalten geblieben ist, zeigt eine ziemlich dunkelbraune bis schmutzig-braune Farbe. Am organischen Ende sind die

Bündel tot. Nach dem jüngeren Teile zu weisen sie dieselbe Färbung auf wie in b.

c) Mark und Rinde sind zerfallen und tot. Nur am Diaphragma des Knotens kommen noch lebendige, mit braunem Niederschlag erfüllte Zellen vor. Der Knoten ist rotbraun gefärbt. Die Bündel zeigen dieselbe Färbung wie in b.

d) Die Rindenzellen, die nur noch an der Bündelzone erhalten sind, sind meist geschrumpft und schmutzigbraun gefärbt. Der Siebteil ist dunkelbraun, der Gefäßteil hellbraun bis braun. Das Mark ist nur in den mittleren Schichten zerstört und in den peripheren Zellen hellbraun, sonst farblos.

e) Wesentlich wie d.

Zusammenfassung. Die Rinde ist zum größten Teile im ganzen Ausläufer tot und ziemlich dunkel- bis schmutzigbraun gefärbt. Auch das Mark ist in den älteren Teilen am organischen Ende zerfallen und tot. Nur die peripheren, hellbraun gefärbten Zellen sind noch lebendig. Die Bündelzone ist im ganzen Verlaufe des Ausläufers, mit Ausnahme der Endpartie am organischen Ende, lebendig. Der Siebteil weist eine bedeutend intensivere Bräunung auf als in den früheren Stadien. Der Gefäßteil ist ziemlich farblos.

Zusammenfassung.

Der überwinternde, vorjährige Ausläufer entwickelt zu Beginn des Frühjahrs einen aufrechten oberirdischen Sproß. Aus den Knoten des Ausläufers entspringen zahlreiche Wurzeln und kleine neue Ausläufer, die am Ende des Sommers ihre definitive Größe erreicht haben. Die vorjährigen Ausläufer sind gelblichbraun bis braun gefärbt; die neugebildeten sind fast farblos. Sie werden beim Absterben des Mutterausläufers selbständig.

In dem fast quadratischen Querschnitt macht das mächtig entwickelte Mark etwa $^1/_3$ des Durchmessers aus. Die großzellige Rinde zeigt als oberflächlichen Abschluß eine Epidermis, die häufig durch einen wenigschichtigen Wundkork ersetzt wird. Die hypodermalen Schichten sind ziemlich stark kollenchymatisch verdickt und bedeutend kleinzelliger als das übrige Rindenparenchym, das nach dem Zentralzylinder zu mit einer zartwandigen Stärkescheide abschließt. Die Bündel liegen an den Ecken des quadratischen Markes und sind durch einen Sklerenchymring, der stark verholzt und verdickt ist, miteinander verbunden. Sie zeigen ein geringes Dickenwachstum und kollateralen Bau. Der Gefäßteil setzt sich aus wenigen großlumigen, verholzten Gefäßen und wenigen Holzparenchymzellen zusammen. Vor jedem Siebteil liegen einzelne Komplexe stark verholzter Fasern. Das Mark ist relativ großzellig, in den peripheren Schichten kleinzelliger und stirbt in den mittleren Partien ziemlich frühzeitig ab und bildet eine Markhöhlung.

Das organische Ende weist als oberflächlichen Abschluß mehrere Schichten schwach verkorkter Zellen auf, deren Membranen meist Infiltrationen erkennen lassen. Teilungen treten nicht auf.

Stärke konnte in sämtlichen Ausläufern nicht festgestellt werden.

Der mit $K_2 Cr_2 O_7$ erhaltene Niederschlag ist im typischen Falle ziemlich hellgelblichbraun gefärbt. Die hypodermalen Schichten, die innersten Rinden-

schichten, sowie das periphere Mark und die Siebteile enthalten gelblichbraunen Niederschlag; sonst zeigen Rinde und Mark nur in vereinzelten Zellen hellgelblichen. An den Knoten nimmt die Intensität der Färbung meist zu. Die Zellen am organischen Ende, die den Abschluß übernehmen, sind relativ hell. Die Bündel sind hier ziemlich dunkelbraun.

Bis zum Juni ändert sich die Intensität der Färbung im allgemeinen nicht. Erst Mitte Juli nimmt die Färbung in der Bündelzone etwas zu. Die Rinde ist teilweise geschrumpft und zerfallen, aber meist noch lebendig, desgl. das Mark. Anfang August ist die Rinde tot und nur noch an vereinzelten Stellen erhalten geblieben. Sie ist dann ziemlich schmutzigbraun oder farblos und zeigt Infiltrationen der Membranen. Der Siebteil läßt eine bedeutend tiefere Braunfärbung erkennen. Auch die Gefäßteile führen z. T. braunen bis dunkelbraunen Niederschlag. Die Bündelzone ist aber noch lebendig, ebenso Teile des relativ hellbraunen peripheren Markes. Der ganze vorjährige Ausläufer geht im Herbst zugrunde. In den diesjährigen Ausläufern stellte Benneker, Seite 39, eine Zunahme der Intensität der Ausfällung im Herbst fest.

Schlußübersicht.

Bei der größten Anzahl der von mir untersuchten Pflanzen geht beim Absterben in der Regel nur der älteste Jahrestrieb oder Jahresabschnitt zugrunde, so z. B. bei Anemone memorosa, Primula elatior, Valeriana Phu, Plantago major, Gratiola officinalis, Convallaria majalis und Iris variegata. Allerdings konnte bei einigen dieser Objekte öfters beobachtet werden, daß auch mehrere Jahrestriebe gleichzeitig absterben können, so bei Anemone und Iris. Bei Scutellaria galericulata geht der ganze vorjährige Ausläufer zugrunde, desgl. bei Hieracium magyaricum die im Laufe der Vegetationsperiode entwickelten Ausläufer. Bei Aegopodium Podagraria ist der Moment des Absterbens nicht ermittelt worden, doch stirbt wahrscheinlich der größte Teil des vorjährigen Ausläufers ab.

Hinsichtlich der Zeit des Absterbens muß betont werden, daß häufig beträchtliche Differenzen beim Absterben ein- und derselben Pflanzenart festgestellt wurden, so daß hier von einer Angabe engumgrenzter Zeiträume Abstand genommen werden muß. Verhältnismäßig früh tritt das Absterben des ältesten Jahrestriebes bei den Objekten ein, die frühzeitig ihre Entwicklung beginnen. So stirbt der älteste Zuwachs bei Convallaria und Iris von Mai bis Juni, bei Primula im Juni und bei Anemone von Mai bis Juli ab. Bei Valeriana und Gratiola konnte das Absterben im Juni und Juli, bei Hieracium das des ganzen Ausläufers Ende Juli und im August beobachtet werden. Der älteste Abschnitt von Plantago geht im August zugrunde. Bei Scutellaria vollzieht sich das Absterben des ganzen vorjährigen Ausläufers im August und September. Bei Aegopodium ist die Zeit des Absterben nicht genau festgestellt worden, doch kann aus dem Verhalten der Inhaltsstoffe geschlossen werden, daß der vorjährige Ausläufer im September absterben wird.

Bei fast sämtlichen Objekten tritt der Absterbevorgang nach der Ausbildung und Kräftigung des oberirdischen Sprosses ein; bei Anemone fällt das Absterben mit dem Einziehen des oberirdischen Sprosses zusammen.

Das Absterben vollzieht sich ähnlich wie bei den im normalen Verlaufe des Lebens im Herbst abfallenden Blättern und beim Ablösen von Blüten und Früchten. Schon vor der Ablösung der genannten Organe bildet sich an der Trennungsstelle ein neues Abschlußgewebe. Nach der Art dieses schützenden Gewebes können die untersuchten Pflanzen in 3 Gruppen eingeteilt werden.

Ein typischer Wundkork wird angelegt bei Iris, Valeriana, Plantago und bei Aegopodium; er erreicht bes. bei den beiden erstgenannten Objekten eine ziemliche Mächtigkeit.

Bei Anemone, Gratiola und Convallaria zeigen die den neuen Abschluß bildenden Zellen Verkorkung ihrer Membranen und gelegentlich einzelne unregelmäßige Teilungen parallel zur neuen Oberfläche.

Bei Primula und Hieracium treten keinerlei Teilungen auf. Die betreffenden parenchymatischen Zellen der Rinde und des Markes erhalten verkorkte Membranen. Bei Primula konnte auch eine relativ starke Verholzung der äußersten Zellschicht festgestellt werden. Eine Sonderstellung nimmt Scutellaria ein, da beim Absterben der ganze Ausläufer zugrunde geht. Das neue organische Ende zeigt hier als Abschluß mehrere Schichten schwach verkorkter Parenchymzellen.

Bei einzelnen Objekten, so bei Anemone, bei Valeriana und bei Iris, werden häufig zwei Trennungszonen entwickelt, die nur wenige mm weit auseinander liegen.

Häufig wurde beobachtet, daß in den Zellen unter dem Wundgewebe kollenchymatische Verdickungen auftreten. So wurde ziemlich starkes Eckenkollenchym bei Anemone gefunden. Etwas schwächer ist die Ausbildung des Eckenkollenchyms bei Primula; während sie bei Valeriana, Plantago und Convallaria ziemlich schwach ist. Diese Verdickungen nehmen von außen nach innen allmählich ab. Bei Valeriana treten dann noch in geringer Tiefe unter dem Wundkork Leitbündel auf, die mit dem normalen Bündelring in Verbindung treten und aus kurzen, breiten und reich getüpfelten Gefäßen zusammengesetzt sind; Siebteile scheinen in ihnen zu fehlen.

Bei einigen anderen Objekten, die sonst nicht mehr eingehend untersucht wurden, konnten ähnliche Erscheinungen beobachtet werden; so zeigt Polygonatum multiflorum beim Absterben im Juni und Juli einen mehrschichtigen Wundkork und sehr schwaches Eckenkollenchym der nächstfolgenden Schichten. Bei Arnica Chamissonis treten neben verkorkten parenchymatischen Zellen unregelmäßige Teilungen im August an der neuen Wundfläche auf. Einige Zwiebelgewächse, wie Galanthus nivalis, Narcissus poeticus und Leucojum aestivum zeigen eine etwa 2—3 mm breite absterbende Zone des Zwiebelkuchens. Die Wundfläche wird von einem wenig mächtigen Wundkork verschlossen. Das Absterben der erwähnten Zone erfolgt bei Galanthus im April, bei Narcissus und Leucojum von Mai bis Juni.

Diese verschiedenartige Ausgestaltung der Wundfläche läßt einen Vergleich mit der von Wyneken[1]) durch mechanischen Insult an Blättern angeregten Wundgewebebildung zu. Der Wundverschluß wird auch hier ent-

1) Wyneken, Zur Kenntnis der Wundheilung an Blättern. Diss. Göttingen 1908.

weder von einem typischen Wundkork, oder aber nur von verkorkten Zellen gebildet. Auch kollenchymatische Verdickungen wurden unterhalb der Wundgewebe von ihm festgestellt.

Verhalten von Stärke, von „Inulin“ und von „fettem Oel“.

Von den untersuchten Pflanzen enthalten Scutellaria und Hieracium in den Ausläufern keine Stärke. Bei Gratiola konnten nur in der jüngeren Stärkescheide sehr minimale Mengen festgestellt werden; bei der Umwandlung der Stärkescheide zur Endodermis verschwindet diese dann. Die übrigen Objekte, mit Ausnahme von Convallaria, das nur relativ geringe Mengen enthält, zeigen eine ziemlich intensive Speicherung.

Bei Valeriana, Anemone, Primula, Plantago und Aegopodium ist im typischen Falle die Stärke ziemlich gleichmäßig über Rinde und Mark verteilt; allerdings ist bei Valeriana und Iris ein erheblicher Unterschied zwischen der Ablagerung in der Ober- und Unterseite des Rhizoms zu beobachten. Besonders die Rinde der Unterseite enthält mehr Stärke als die der Oberseite. Die Ablagerung der Stärke ist bei den meisten Objekten an den Bündeln etwas stärker als sonst in Rinde und Mark. Bei Primula und Convallaria enthält die Rinde mehr als das Mark, während bei Iris die Speicherung im Plerom, bei Anemone die des Markes stärker ist als in der Rinde. Im allgemeinen sind in allen stärkespeichernden Rhizomen, Wurzelstöcken und Ausläufern die äußeren Rindenschichten und die Zellen am Abschlußgewebe stärkefrei oder stärkearm. Bei Aegopodium und Convallaria nimmt die Stärkemenge in den Knotenpartien beträchtlich zu und ist dann meist in maximaler Anhäufung vorhanden.

Bezüglich der Speicherung in den einzelnen Jahrestrieben ist zu bemerken, daß im allgemeinen in den jüngeren Trieben die meiste Stärke abgelagert ist, so z. B. bei Valeriana, Plantago, Primula, Anemone, Convallaria und Iris, während bei Aegopodium kaum ein Unterschied zu erkennen ist; doch ändert sich die Intensität der Speicherung im Laufe des Jahres. Bei Beginn der Vegetationsperiode enthalten der älteste Trieb bei Primula, Anemone und Iris, und die älteren Teile der Ausläufer von Aegopodium und Convallaria ziemlich viel Stärke, während nur sehr geringe Mengen bei Valeriana und Plantago in den ältesten Trieben, bzw. im ältesten Jahresabschnitt gespeichert werden. Im Laufe des Jahres ist, wie schon Michel für Primula elatior, Valeriana Phu, Iris variegata und Anemone ranunculoides festgestellt hat, bei allen Objekten ein Ansteigen der Stärkemenge von den älteren nach den jüngeren Trieben zu beobachten, so daß am Ende des Sommers eine maximale Speicherung in allen am Leben bleibenden Trieben vorhanden ist. Nach Michel hält die Speicherung bis zum Oktober an und nimmt dann im Winter bis zu einem Minimum ab. Bei Valeriana Phu und Primula elatior soll nach ihm in den älteren Trieben die Stärke erhalten bleiben, doch fand ich diese Angabe für Valeriana nicht bestätigt. Bei diesem Objekt ist in den älteren Trieben fast keine Stärke im Winter und Frühjahr gespeichert. Die jüngeren Triebe enthalten nur wenig mehr. Im April nimmt dann die Menge im ältesten Trieb etwas zu, während sie im jüngeren Teile ziemlich rasch und stark ansteigt. Plantago enthält im ältesten Abschnitt sehr wenig Stärke, mittelviel im mitt-

leren und sehr viel im jüngsten. Im Laufe des Sommers nimmt die Stärke im mittleren und jüngsten Trieb beträchtlich zu und ist am Ende des Sommers fast maximal im mittleren und im jüngsten gespeichert, mit Ausnahme einer 3 mm breiten Zone unter dem Vegetationspunkt.

Die Abwanderung der Stärke aus dem ältesten, absterbenden Jahreszuwachs tritt in der Regel schon vor der Ausbildung der trennenden Zone ein. Bei Aegopodium ist jedoch zu dieser Zeit der Wundkork bereits im Mark ausgebildet, bei Plantago im Mark und in der Rinde. Die Bündelzone ist in beiden Fällen im absterbenden Teile aber noch lebendig. Im allgemeinen vollzieht sich die Entleerung ziemlich gleichmäßig in Mark und Rinde, und zwar allmählich von außen nach innen. Eine plötzliche Entleerung wurde bei Aegopodium beobachtet. Kurz vor dem Absterben tritt bei Valeriana im ältesten absterbenden Abschnitt ein Anwachsen der Stärkemenge ein. Bei Primula tritt zuerst eine Verminderung der Stärke im Mark ein, während die innere Rinde noch ziemlich beträchtliche Mengen enthält. Die Entleerung ist in sämtlichen Objekten eine nahezu vollständige und im Mai oder Juni, bzw. Juli vollendet. Nur bei Aegopodium setzt die plötzliche Lösung der Stärke erst im September ein. Im allgemeinen wird die Stärke an der Bündelzone und den sie umgebenden parenchymatischen Zellen am spätesten resorbiert. In fast allen Objekten ist zu beobachten, daß in einigen zerstreut liegenden Zellen, die dicht mit Stärke gefüllt sind, eine Entleerung nicht eintritt. In der Regel erstreckt sich die Lösung der Stärke weit über die absterbenden Gewebepartien hinaus, doch füllen sich diese Gewebe nach Abtrennung des absterbenden Teiles stets wieder.

Bei Iris variegata finden sich in den conservierten Materialien im durchfallenden Lichte braun erscheinende Sphärite, die vermutlich inulinartiger Natur sind. Sie sind im ganzen Rhizom, mit Ausnahme des jüngsten Zuwachses, abgelagert, und zwar nehmen sie sukzessive von den jüngeren nach den älteren Trieben zu. Zur Zeit des Absterbens des ältesten Jahresabschnittes sind sie stets am häufigsten und dann kurz vor der neugebildeten Trennungszone maximal abgelagert. Im absterbenden Rhizomstück wurden sie niemals gefunden.

Ein ähnliches Verhalten zeigen die ebenfalls bei Iris vorkommenden ölartigen Tropfen. Diese nehmen an Zahl und Größe im Rhizom von vorn nach hinten zu, erreichen aber im absterbenden Stück ihr Maximum, ohne zu verschwinden. Dieselbe Erscheinung stellte Schmidt in absterbenden Blättern fest.

Bei Primula zeigen Mark- und Rindenparenchym der lebendigen Teile relativ starke kollenchymatische Verdickungen, die in dem absterbenden, ältesten Jahrestriebe an Dicke abzunehmen scheinen und in ihm einen mehr verquollenen Eindruck machen.

Verhalten des Gerbstoffes.

Der mit Kaliumbichromat niedergeschlagene Gerbstoff ist entweder in diffuser oder differenzierter Verteilung vorhanden. Mehr gleichmäßig verteilten, also diffusen Niederschlag enthalten Valeriana, Plantago, Iris, Grati-

ola, Anemone, Convallaria, Hieracium und Aegopodium. Scutellaria weist in den hypodermalen Schichten und in der Bündelzone Niederschlag in diffuser Verteilung auf, in dem übrigen Rinden- und Markparenchym ist er differenziert. Ausgesprochen differenzierte Verteilung der Niederschlagsmassen zeigt Primula, etwa $^1/_3$ aller Zellen enthalten hier homogenen Niederschlag. Die übrigen Zellen sind gerbstofffrei und farblos. Was die Form der erhaltenen Niederschläge anbetrifft, so sind sie entweder homogener oder tropfiger, körniger und klumpiger Natur.

Im normalen Zustande zeigen Gratiola, Valeriana, Primula, Iris und Convallaria relativ hohen Gerbstoffgehalt, etwas weniger enthalten Anemone und Plantago, bei Scutellaria, Hieracium und Aegopodium ist im allgemeinen der Gerbstoffgehalt ein ziemlich geringer. Die Färbung der Niederschlagsmassen schwankt zwischen einem tief dunklem Braun und ziemlich hellem Gelb. Relativ dunkelbraune Niederschlagsmassen enthalten Valeriana, Primula und Gratiola. Bei Convallaria, Anemone, Plantago, Iris und Hieracium ist der Niederschlag gelbbraun bis braun gefärbt. Bei Aegopodium und Scutellaria sind die niedergeschlagenen Gerbstoffe ziemlich hellgelblich gefärbt, bes. bei Scutellaria.

Bezüglich der Verteilung der Niederschlagsmassen konnte nur bei Anemone, Primula, Gratiola, Iris und Convallaria eine relativ gleichmäßige Ablagerung festgestellt werden; während bei Valeriana, Hieracium und Plantago die Rinde bedeutend mehr Niederschlag enthält als das Mark und die Bündel. Bei Scutellaria und Aegopodium ist der Gerbstoff im wesentlichen auf die hypodermalen Schichten und die Bündel beschränkt. Die übrige Rinde und das Mark zeigen nur geringe Mengen. An den Knotenpartien nimmt der Niederschlag in den beiden letztgenannten Objekten und bei Convallaria bedeutend zu und ist dann in den Zellen des Diaphragmas am intensivsten gespeichert.

Bei Anemone, Primula, Scutellaria und Hieracium ist der Niederschlag im ganzen Rhizom bzw. Ausläufer ziemlich gleichmäßig verteilt, mit Ausnahme des organischen Endes, das fast stets mehr enthält. Eine Abnahme der Niederschlagsmassen von den älteren nach den jüngeren Trieben bzw. Teilen der Ausläufer ist bei Gratiola, Aegopodium und Convallaria festzustellen, während bei Valeriana, Iris und Plantago eine Zunahme zu beobachten ist. Bei Plantago ist allerdings der mittlere Trieb stets am hellsten gefärbt.

Hinsichtlich der Intensität des Niederschlages im Laufe der Jahresperiode ist bei Primula und Gratiola, soweit diese Verhältnisse näher untersucht wurden, keine Veränderung mit der fortschreitenden Entwicklung eingetreten. Eine geringe Zunahme des Gerbstoffes zeigen Anemone, Convallaria und Plantago in den lebendig bleibenden Teilen. Auch Iris weist eine Zunahme der Niederschlagsmassen auf, die besonders im jüngsten Triebe auffällt. Hieracium zeigt ebenfalls mit fortschreitender Entwicklung eine erhebliche Zunahme des Gerbstoffes, desgl. Valeriana, Aegopodium und Scutellaria. In dem absterbenden Abschnitt bleibt der Gerbstoffgehalt entweder zunächst unverändert, oder es tritt in anderen Fällen eine erhebliche bis unerhebliche Vermehrung desselben ein. Bei Primula, Anemone, Plantago, Valeriana und Gratiola ist der Gerbstoffgehalt zunächst unverändert; bei Iris, Hieracium Aegopodium, Scutellaria und Convallaria ist eine Zunahme des Gerbstoffes zu

verzeichnen, die bei den ersten 3 Objekten ziemlich beträchtlich ist. Bei Iris nimmt der anfänglich homogen ausgefällte, gelbbraune Niederschlag körnige Form an und zeigt dann eine ziemlich intensive Bräunung. Bei Hieracium und Convallaria nimmt er, wie schon oben erwähnt wurde, bis zum Juli bzw. Juni erheblich zu und erreicht ein ausgesprochenes Maximum. Aegopodium zeigt bis zum Juli keine wesentlichen Veränderungen des Gerbstoffgehaltes. Erst im August ist eine allmähliche Zunahme zu verzeichnen, die sich im September bis zu einem Maximum steigert. Bei Scutellaria tritt eine Vermehrung der Niederschlagsmassen nur in der Bündelzone ein. Kurz vor dem Absterben tritt eine erhebliche Abnahme des Gerbstoffes bei fast sämtlichen Objekten ein, bei Aegopodium wurde diese aber nicht sicher festgestellt. Der Gerbstoff diffundiert aus den Zellen heraus und infiltriert in die Zellmembranen. Die absterbende Partie zeigt dann ziemlich starke Verwaschungen. Ehe diese Veränderungen eintreten, ist fast bei allen Objekten zu beobachten, daß der Niederschlag körnige Form annimmt. Beim Absterben zeigt der Niederschlag bei Primula im Mai statt der typischen homogenen Form die körnige. Es treten Verwaschungen in Rinde und Mark ein, die sich schließlich bis zur neugebildeten Trennungszone erstrecken. Valeriana, Plantago und Iris zeigen ein ähnliches Verhalten. Bei den beiden erstgenannten Pflanzen wurde eine fast vollständige Entleerung beobachtet, die bes. deutlich kurz vor dem neuen Abschlußgewebe auftritt. Neben Verwaschungen treten hier häufig Infiltrationen der Zellmembranen auf. Besonders auffällig ist bei Gratiola das Verschwinden der großen und kleinen Gerbstofftropfen aus dem absterbenden ältesten Jahresabschnitt, der ziemlich starke Verwaschungen erkennen läßt. Bei Anemone tritt eine Differenzierung in der Verteilung des Niederschlages ein. Im typischen Falle ist der Niederschlag gleichmäßig über Rinde und Mark verteilt. Kurz vor der Ausbildung der neuen trennenden Zone zeigen dann nur noch vereinzelte Zellen Niederschlag, während die übrigen Zellen farblos sind. Schließlich werden auch diese Zellen entleert. Bei Hieracium und Convallaria tritt nach dem Gerbstoffmaximum im absterbenden Teile eine ziemlich rasche und vollständige Entleerung ein. Bei Scutellaria ist nur eine Entleerung der Rindenzellen zu erkennen, während die Bündel maximalen Gerbstoffgehalt zeigen.

In allen untersuchten Objekten ist stets zu beobachten, wie B e n n e k e r für einige Rhizome bereits angegeben hat, daß die Bündel und die umgebenden parenchymatischen Elemente am längsten lebendig bleiben. Während die Gerbstoffmassen aus dem Mark- und Rindenparenchym abwandern, nimmt der Gerbstoffgehalt der Bündel noch erheblich zu.

Literaturverzeichnis.

Chatin, Sur les caractères anatomiques des Rhizomes. Bulletin de la Soc. Bot. de France t. V; 1858.

Thouvenin, Recherches sur la structure des Saxifragacées. Ann. des Sc. naturelles, Botanique VII. 12. 1890.

Elfving, Ueber einige horizontal wachsende Rhizome. Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg. II. Bd. Heft 3. 1880.

Constantin, Étude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dikotyledones. Ann. des Sc. naturelles, Botanique VI. 16. 1882.

Jost, Die Zerklüftung einiger Wurzeln und Rhizome. Bot. Ztg. 1890. Nr. 28—32.

Hollstein, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Stengel und Rhizome von dikotylen Alpenpflanzen. Diss. Göttingen 1907.

Michel, Zur Kenntnis der Jahresperiode unserer Stauden. Diss. Göttingen 1909.

Dauphiné, Recherches sur les variations de la structure des Rhizomes. Ann. des Sc. naturelles, Botanique IX, 3. 1906.

Rosenberg, Bot. Zentralblatt 1896, LXVI, pg. 337.

Leclerc du Sablon, Rev. de Bot. 1898 X; 1904. XVI; 1906 XVIII.

Bennecker, Zur Kenntnis des Baues, der Entwicklung und der Inhaltsverhältnisse der Ausläufer und Rhizome. Diss. Göttingen 1915.

Schmidt, Beiträge zur Kenntnis der Vorgänge in absterbenden Blättern. Diss. Göttingen 1912.

Wyneken, Zur Kenntnis der Wundheilung an Blättern. Diss. Göttingen 1908.

Solereder, Anatomie der Dikotylen Bd. I. und II.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
Einzeluntersuchungen	3
Anemone nemorosa L.	3
Primula elatior Jacquin	13
Valeriana Phu L.	22
Iris variegata L.	36
Plantago major L.	44
Aegopodium Podagraria L.	53
Convallaria majalis L.	63
Hieracium magyaricum Pet.	71
Gratiola officinalis L.	78
Scutellaria galericulata L.	84
Schlußübersicht	90
Literaturvereichnis	96

Lebenslauf.

Am 12. Januar 1893 wurde ich zu Magdeburg geboren. Ich besuchte in meiner Heimatstadt zunächst die Bürgerschule und darauf die Guericke-Oberrealschule, die ich Ostern 1912 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Seit dieser Zeit studierte ich Naturwissenschaften in Göttingen, mit Ausnahme des Kriegssemesters 1914/15, wo ich als Kriegsteilnehmer im Felde stand.

Allen meinen akademischen Lehrern bin ich zu stetem Danke verpflichtet. Insbesondere danke ich Herrn Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Berthold für die Anregung und stete Förderung vorliegender Arbeit.

H. Blumenthal.